STIINTA PENTRU TOTI

84

VALERIA BARBU

Simbioză și parazitism

Știința pentru toți

Cunoștințe despre univers

COLECȚIA „ȘTIINȚA PENTRU TOȚI"
apare sub egida
CONSILIULUI NAȚIONAL
AL
FRONTULUI UNITĂȚII SOCIALISTE

VALERIA BARBU

BU/39

Simbioză și parazitism

25.VII.1980
= București =
pregătire pentru definitivat
Abr

EDITURA ȘTIINȚIFICĂ ȘI ENCICLOPEDICĂ
București — 1979

Coperta colecției: KERRY EUGEN

I. SIMBIOZA ȘI PARAZITISMUL — FENOMENE BIOLOGICE LARG RĂSPÎNDITE ÎN NATURĂ

De-a lungul existenței lor, viețuitoarele au venit în legătură unele cu altele, între ele stabilindu-se diverse tipuri de relații condiționate de factorii ecologici, precum și de particularitățile morfofiziologice și biochimice ale organismelor care s-au aflat în interacțiune.

Cele două fenomene biologice pe care ne propunem să le tratăm în această carte sînt larg răspîndite în toată lumea vie, întîlnindu-se pe tot globul, în toate mediile de viață și în cadrul a numeroase grupe de viețuitoare.

Principala însușire comună a celor două tipuri de relații este aceea că ele au loc între indivizi ce aparțin la specii diferite. Dacă ne referim însă la caracterul interrelațiilor dintre cei doi parteneri constatăm existența unor deosebiri esențiale.

Simbioza este considerată de majoritatea autorilor ca o asociație strînsă între două sau mai multe organisme, între care există avantaje reciproce, în special pe linia metabolismului. Alții însă o definesc ca „un caz particular de parazitism" (Tr. Săvulescu și Olga Săvulescu)[1], iar R. Dubos și A. Kessler (1963)

[1] TR. SĂVULESCU și OLGA SĂVULESCU, *Tratat de patologie vegetală*, Editura Academiei, București, 1959.

consideră că între cei doi parteneri există un permanent conflict și deci simbioza este o formă de parazitism. Microorganismele considerate simbionte, după unii autori, sînt paraziți care au evoluat în timp împreună cu organismul parazitat pînă s-a ajuns la o toleranță, la un parazitism atenuat. Oricît de adaptați ar fi simbionții, în anumite condiții este posibil ca unul dintre partenerii asociației simbionte să devină patogen. Este cazul, de pildă, al unor microorganisme care se află obișnuit în intestinul omului sau al animalelor, cum ar fi colibacilul. Așadar, delimitarea celor două fenomene este uneori greu de făcut, între ele existînd strînse legături.

În relațiile de simbioză există diferite grade de interdependență între parteneri, natura relațiilor fiind în strînsă dependență și cu o serie de factori ecologici. În unele cazuri, ambii simbionți depind într-o mică măsură unii de alții, aceste relații mergînd pînă la dependența totală și reciprocă, conviețuirea în comun fiind obligatorie, deoarece nici unul dintre parteneri nu poate trăi independent. Așa de pildă, în cazul simbiozei dintre bacterii și leguminoase, acestea pot trăi și în lipsa simbiozei, dar asociația contribuie la o mai bună utilizare a factorilor de mediu. În asociația simbiotică dintre ciuperci și rădăcinile plantelor autotrofe (micoriză) se întîlnesc diferite grade de dependență de la micoriza peritrofă cînd ciuperca nu vine în contact direct, intim cu rădăcinile, simbionții influențîndu-se totuși reciproc, pînă la micoriza endotrofă obligatorie. Binecunoscuții licheni sînt tot rezultatul unei simbioze obligatorii. În lumea animală sînt, de asemenea, numeroase exemple de simbioză mergînd de la relații mai simple, cînd unul dintre simbionți trăiește pe corpul celuilalt sau în sfera lui de acțiune, pînă la endosimbioza obligatorie. Astfel, pe pielea balenelor și a rechinilor trăiesc ciripede care se hrănesc cu planctonul din apa mării, gazdele în deplasarea lor purtînd partenerii simbionți în biotopuri bogate în plancton. La fel, unii infuzori se fixează pe insectele acvatice. În Marea Roșie trăiește un mic pește, *Amphiprion,* care înoată în permanență între tentaculele unor actinii mari; peștișorul, prin mișcările de înot, împrospătează apa, fiind astfel util actiniei, iar aceasta îl ferește de dușmani. Cînd actinia își strînge tentaculele acoperă peștișorul care uneori intră, temporar, în cavitatea gastrală a actiniei folosind în acest timp hrana partenerului care îi asigură concomitent și adăpost. Un exemplu de simbioză obligatorie este cea dintre actinie *(Adamsia)* și pagur. *Adamsia* nu poate trăi în afara asociației cu pagurul. De asemenea, unele flagelate alcătuiesc asociații simbionte cu termitele, ambele organisme neputînd trăi în mod independent.

Uneori, simbioza dintre doi indivizi de specii diferite duce la formarea unui organism nou. De exemplu, lichenii reprezintă o endosimbioză ereditară între alge și ciuperci. În toate cazurile de simbioză între microorganisme, precum și între acestea și macroorganisme (plante sau animale), asociația celor doi indivizi asigură o mai bună adaptare la factorii de mediu și o mai bună utilizare a resurselor de hrană. Simbioza este un factor de evoluție și diversificare a grupelor de viețuitoare.

Supraviețuirea de-a lungul erelor geologice a unor viețuitoare străvechi, fragile, fără schelet, nude sau acoperite de un strat subțire de chitină, se datorește doar realizării asociațiilor simbionte dintre acestea și diferite alte viețuitoare înzestrate de natură cu structuri și proprietăți care le conferă o mare rezistență. Bureții-de-mare *(Spongierii),* de pildă, formează asociații cu multe grupe de organisme, oferindu-le, în

unele cazuri un ideal adăpost (temporar sau de lungă durată), iar alteori alcătuind simbioze cu caracter permanent. Fără aceste asociații astăzi nu am avea posibilitatea să cunoaștem unele grupe de viețuitoare, deoarece nu ar fi putut trăi pînă în prezent, așa cum dealtfel s-a și întîmplat cu multe specii care au dispărut fără urme.

Rezultatele cercetărilor diferitelor tipuri de simbioză au sugerat o nouă și interesantă teorie cu privire la originea eucariotelor (vezi cap. II).

Referitor la parazitism, toată lumea este de acord că reprezintă o relație antagonistă între două organisme de specii diferite, în cadrul căreia unul dintre organisme (parazitul), în unul sau în toate stadiile de dezvoltare, folosește un alt organism viu (denumit gazdă) pentru procurarea hranei, căruia îi provoacă daune, îmbolnăvire sau chiar moartea. Toate organismele care își dobîndesc astfel hrana (fie ele bacterii, ciuperci, plante superioare, animale) se numesc paraziți. Parazitismul reprezintă o adaptare la un mod de nutriție particular care s-a fixat în codul genetic și s-a transmis la urmași din generație în generație.

Paraziții, la rîndul lor, pot fi parazitați, fenomen ce poartă numele de hiperparazitism. În foarte puține cazuri parazitismul poate fi întîlnit și în cadrul aceleiași specii (parazitism intraspecific), de pildă în regnul animal se cunosc cazuri în care masculii pitici trăiesc pe seama femelelor.

Parazitismul este mult mai frecvent la grupele inferioare de viețuitoare, cu structuri mai simple și dimensiuni mici, decît la cele superioare. Astfel, virusurile sînt paraziți „absoluți" la om, animale și plante; în grupul bacteriilor sînt numeroase specii parazite, la fel și între ciuperci există specii parazite în toate clasele, precum și mari unități sistematice în întregime parazite, așa cum sînt uredinalele (ciuperci ce produc rugini la un număr mare de plante), erizifaceele (produc făinare la multe specii vegetale) etc. Plantele superioare însă au puțini reprezentanți paraziți: torțelul *(Cuscuta)*, lupoaia *(Orobanche)* etc. și semiparaziți, ca vîscul *(Viscum album)* etc.

În regnul animal, de asemenea, deși parazitismul este întîlnit în majoritatea încrengăturilor, un număr mai mare de reprezentanți paraziți se află în grupele de animale inferioare. În acest sens este grăitor faptul că din încrengătura *Protozoare* (de la gr. *protos* = întîi și *zoarion* = animal mic) toate subîncrengăturile cuprind și specii parazite, iar speciile din subîncrengătura *Amoebospora* sînt în totalitate parazite. Între viermi și insecte sînt, de asemenea, numeroși reprezentanți paraziți.

Cunoașterea problemelor de parazitism are o îndoită importanță — teoretică și practică. Printre problemele teoretice de biologie pentru care parazitologia furnizează un material bogat se numără problema evoluției viețuitoarelor, a interrelațiilor gazdă-parazit și mediu, a antagonismului, a imunității etc. Dar importanța cunoașterii paraziților și parazitismului sub toate aspectele rezidă, în primul rînd, în faptul că majoritatea paraziților sînt agenți patogeni ai unor boli foarte grave ale omului, animalelor și plantelor. Dorința omului de a preveni și vindeca bolile cauzate de paraziți a determinat o intensificare a cercetărilor în acest domeniu, ceea ce a impus separarea unor științe de sine stătătoare: parazitologia medicală care studiază paraziții la om (parazitologie umană) și la animalele de interes economic (parazitologia veterinară). Paraziții care atacă plantele sînt studiați de fitopatologie (patologie vegetală).

În patologia medicală umană și veterinară un loc important îl au protozoarele, care, avînd dimensiuni mici și adaptări foarte perfecționate la propagarea rapidă, pot pătrunde ușor în corpul gazdelor, fiind astfel răspîndite pe largi zone. Un exemplu în acest sens îl constituie *Plasmodium malariae*, agentul patogen al malariei, boală parazitară a omului, care pînă nu demult era cea mai răspîndită, determinînd moartea a milioane de copii anual și reducerea capacității de muncă a adulților bolnavi. Deși boala este cunoscută din antichitate, parazitul a fost descoperit abia în a doua jumătate a secolului al XIX-lea. Malaria, numită și paludism sau friguri de baltă, a constituit și în țara noastră una din bolile cu cea mai mare frecvență (200 000—300 000 bolnavi anual). Dacă la noi practic boala a fost eradicată încă din 1954, în lume mai există focare de infecție deși ele s-au restrîns foarte mult și continuă să se restrîngă datorită măsurilor energice care au fost luate de către Organizația Mondială a Sănătății.

O serie de boli provocate de protozoare la animale, manifestîndu-se sub formă de epizootii, cauzează daune importante în zootehnie.

Helmintozele (boli provocate de viermi) la om și la animale, în special ale celor domestice, deși cu o importanță mai mică decît malaria, cauzează totuși serioase neplăceri, uneori putînd determina chiar moartea gazdelor. Tenia sau panglica *(Diphyllobothrium latum* și *Tenia solium)* provoacă uneori la omul infectat o anemie foarte gravă, care poate fi mortală. *Fasciola hepatica* poate provoca moartea în masă a oilor infestate, după cum se cunosc și cazuri de mortalitate masivă a păsărilor parazitate de viermi.

Diferite artropode provoacă leziuni mari pe pielea animalelor superioare, de pildă, larvele strechiilor la animalele copitate; căpușele, la mamiferele cu blană.

De asemenea, insectele hematofage (care se hrănesc cu sîngele gazdei, de pildă țînțari, ploșnițe, purici) determină mari neplăceri atît omului, cît și animalelor. Unii ectoparaziți transmit diferiți agenți patogeni microscopici, de la bolnavi la persoanele sănătoase, odată cu înțepătura pentru a suge sîngele gazdei.

Bolile plantelor cauzate de paraziți au repercusiuni foarte grave asupra recoltei atît prin reducerea cantitativă a produselor agricole, cît și prin deprecierea lor calitativă. Numai la plantele agricole pierderile din producție cauzate de virusuri, bacterii, ciuperci parazite și dăunători animali au fost evaluate, pe plan mondial, la 40—75 miliarde dolari anual. Atacul repetat an de an asupra pomilor fructiferi determină scurtarea perioadei de rodire și, în ultimă instanță, moartea plantelor. Bolile produse de unii paraziți în perioada de vegetație își pot continua evoluția în timpul păstrării produselor agricole, de pildă putregaiul brun al fructelor de măr și păr cauzat de *Monilinia fructigena.*

Prin aplicarea măsurilor corespunzătoare de combatere s-a redus foarte mult acțiunea dăunătoare a unor paraziți, alții însă continuă să producă pagube importante. De exemplu, recolta de cartofi este diminuată foarte mult din cauza atacului unor virusuri, bacterii și ciuperci. Mana viței de vie în anii cu condiții favorabile atacului, acolo unde tratamentele nu sînt corect aplicate, produce o scădere a producției de struguri de peste 50% și uneori chiar întreaga recoltă poate fi compromisă. Culturile de cereale sînt atacate de ciuperci parazite ce produc rugini, tăciuni, mălură, fuzarioză etc., boli cu consecințe foarte grave, pierderile din recoltă putînd să ajungă pînă la 30%. Mana cartofului a provocat la sfîrșitul secolului trecut în Irlanda pierderi atît de mari, încît a determinat o cumplită foamete ce s-a soldat cu

moartea unui mare număr de locuitori. Mana continuă să fie și astăzi o problemă, în anii favorabili cauzînd pagube importante. Așa de pildă, în 1966, 1968, 1969 în unele localități din Transilvania s-a înregistrat scăderea recoltei de cartofi cu 50%.

După ce am văzut cîteva domenii în care paraziții sînt dăunători este cazul să arătăm și o altă latură a parazitismului, aceea a utilității unor paraziți. Este paradoxal și totuși real. Există, ce-i drept, un număr mic de specii de paraziți care pot aduce foloase omului. Din această categorie fac parte paraziții animalelor dăunătoare omului, de pildă, insectele dăunătoare culturilor agricole, rozătoarele dăunătoare plantelor de cultură. În natură se cunosc o serie de insecte care sînt parazite pe alte insecte ce atacă plantele sau produsele agricole din depozite. De asemenea, ciupercile parazite pe plante sînt atacate, la rîndul lor, de alte ciuperci care le limitează dezvoltarea.

Cunoașterea biologiei și ecologiei acestor paraziți a permis omului să-i utilizeze în combaterea biologică a insectelor dăunătoare. Față de imensul număr al paraziților cu acțiune nocivă asupra omului, a animalelor domestice sau sălbatice cu importanță economică, precum și a plantelor, paraziții utili omului sînt foarte puțini. Pentru ca primii să poată fi combătuți, iar cei folositori să fie utilizați în combaterea celor dăunători este necesar să se cunoască, cu mare precizie, modul lor de viață, biologia, relațiile gazdă-parazit și interrelațiile cu restul organismelor din biocenoză, precum și influența factorilor ecologici asupra viețuitoarelor și a raporturilor dintre ele.

II. SIMBIOZA

Concepții actuale privind rolul simbiozei în evoluția viețuitoarelor eucariote. Simbioza este un fenomen cu largă răspîndire în natură, întîlnindu-se între numeroase grupe de viețuitoare, atît între specii aparținînd la diferite grupe de microorganisme, cît și între acestea și macroorganisme. În cadrul simbiozei legăturile dintre cei doi parteneri sînt foarte variate, de la situația în care unul dintre simbionți trăiește pe corpul partenerului său sau în zona apropiată în care se poate realiza o influență favorabilă reciprocă, pînă la relații foarte intime cînd unul dintre simbionți pătrunde în corpul celuilalt. Uneori, în asociațiile simbionte coexistă concomitent mai multe specii de viețuitoare, constituind o așa-numită simbioză multiplă. Un exemplu în acest sens îl prezintă protozoarul *Myxotricha paradoxa* care trăiește în intestinul unor termite. Acesta are pe corpul său spirochete simbionte iar în interiorul corpului protozoarului sînt alte bacterii care trăiesc, de asemenea, în simbioză (fig. 1).

Unul dintre evenimentele de o extremă importanță în evoluția viețuitoarelor, și anume trecerea de la celulele procariote (mai primitive, fără nucleu, ci doar cu un nucleoid fără membrană și cu multe alte ca-

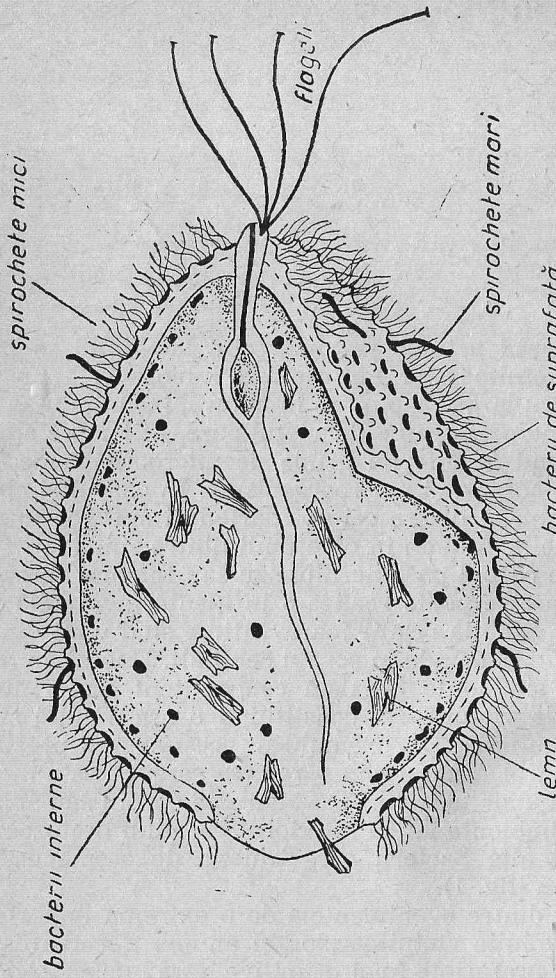

Fig. 1 *Myxotricha paradoxa*, simbioză multiplă (după Margulis, 1971).

ractere de inferioritate) la celulele eucariote (mai evoluate, avînd nucleu prevăzut cu membrană) este explicată în ultimii ani pe baza teoriei simbiotice, teorie susținută mai ales de cercetătorul american L. Margulis, la care au aderat numeroși alți oameni de știință.

Este un lucru deja bine stabilit, pe baza cercetărilor privind structura și funcțiile celor două tipuri de celule, că primele organisme apărute pe Terra au fost de tip procariot, din acestea rezultînd eucariotele, aproximativ acum 1800—2000 milioane de ani. În prezent peste 99% dintre viețuitoare sînt formate din celule eucariote și doar circa 1% sînt de tip procariot.

S-au elaborat mai multe ipoteze cu privire la originea celulelor eucariote, dar de cea mai largă acceptiune se bucură teoria simbiotică. Potrivit acestei teorii, celula eucariotă a apărut ca urmare a endosimbiozei seriale. Autorul acestei teorii consideră că organitele (mitocondrii, cloroplaste) eucariotelor au fost în timpuri străvechi organisme procariote libere, independente. Unele procariote ar fi înglobat în corpul lor alte organisme procariote de tipul bacteriilor, care au devenit apoi mitocondrii. În a doua etapă se realizează o nouă simbioză între organismul rezultat în urma primei simbioze și o bacterie de tipul spirochetelor, realizîndu-se un amiboflagelat din care prin evoluție s-au diferențiat animalele și probabil ciupercile.

Într-o altă etapă, o nouă simbioză a avut loc între amiboflagelat și o algă fotosintetizantă, aceasta din urmă devenind în celula respectivă cloroplast, organitul caracteristic din celulele plantelor verzi. Astfel au apărut, se presupune, primele plante eucariote care au evoluat apoi pînă la cele de astăzi.

La această ipoteză a condus corelația dintre datele privitoare la fenomenul de simbioză și o serie de caracteristici ale organitelor din celulele eucariotelor, și anume:

— în mitocondrii și cloroplaste materialul genetic este sub formă de nucleoid, cu structură și în cantitate asemănătoare cu cel din celulele procariote;

— mitocondriile și cloroplastele celulelor eucariote posedă o anumită autonomie, în sensul că au aparat genetic propriu și deci ereditate extranucleară;

— în urma numeroaselor cercetări s-a reușit, în ultima vreme, să se izoleze și să se crească *in vitro* cloroplaste (organite din celulele eucariote ale plantelor), ceea ce reprezintă încă un argument în sprijinul ipotezei simbiozei seriale ca mecanism de evoluție de la procariote la eucariote.

Simbioza dintre microorganisme și insecte. În corpul multor insecte trăiesc unele specii de microorganisme alcătuind asociații de tip beneficial. În tubul digestiv al insectelor xilofage (care se hrănesc cu țesut lemnos) trăiesc bacterii situate în niște cecumuri existente în porțiunea mijlocie a intestinului. Se presupune că bacteriile ar avea un rol în nutriția azotată a insectelor iar acestea le asigură hrana necesară și protecție împotriva factorilor nefavorabili din mediu. Un exemplu interesant de simbioză este între anumite tipuri de flagelate și termite. Acestea din urmă se hrănesc cu lemn, pe care îl mărunțesc și îl înghit. Ele nu posedă însă enzime cu ajutorul cărora să descompună lemnul și această hrană n-ar putea fi asimilată fără ajutorul flagelatelor respective, simbionte, care descompun substanțele complexe din lemn în produși mai simpli pe care termitele îi folosesc în nutriția lor. Flagelatele din intestinul termitelor, la rîndul lor, au hrană și adăpost în corpul termitelor, astfel că se realizează o asociație foarte strînsă, ambii parteneri neputînd trăi independent.

S-a constatat și prezența unor simbionți intracelulari la insecte, localizați în structuri speciale care au fost denumite micetoame. Acestea sînt formate din aglomerări de celule mari — micetocite — în care trăiesc bacterii și ciuperci. De exemplu, în micetocitele de la afide (păduchi de frunze) a fost găsită specia *Schizosaccharomyces aphidis.* Astfel de micetoame prezintă și păduchele de la om. Raporturile de simbioză nu sînt prea bine cunoscute în aceste cazuri, dar s-a emis ipoteza caracterului beneficial al relațiilor pe baza observațiilor că insectele cu micetoame nu prezintă simptome de boală, iar pe de altă parte, îndepărtîndu-se experimental microorganismele s-a constatat o diminuare a capacității de nutriție și reproducere a insectelor. Aceste microorganisme simbionte intracelular elaborează vitamine necesare creșterii insectelor și se pare că au un rol în reglarea metabolismului glandelor endocrine.

Microflora normală a omului și animalelor superioare. Organismul uman precum și animalele găzduiesc în unele cavități, în special în traiectul digestiv, o serie de bacterii, ciuperci și protozoare care constituie microflora normală adaptată în timp la convietuirea cu aceste organisme. Se știe că un copil la naștere este steril însă foarte repede el vine în contact (direct — prin suprafața corpului, sau pe calea digestivă — prin alimentele pe care le ingerează) cu numeroase microorganisme. În mod obișnuit, aceste microorganisme se află într-o stare de echilibru dinamic cu organismele care le servesc drept gazde, ceea ce a făcut pe diferiți cercetători să considere relația respectivă drept o simbioză normală.

Microorganismele din intestin au capacitatea de a sintetiza o serie de vitamine: B_1 (tiamina), B_2 (ribo-

flavina), B_6 (piridoxina), vitamina K, acidul folic, acidul nicotinic, biotina, cu rol important în buna desfășurare a metabolismului gazdei, împiedicînd totodată dezvoltarea altor organisme patogene. În unele cazuri însă, de exemplu în tratamente prelungite cu antibiotice, echilibrul microflorei este perturbat, ceea ce poate favoriza dezvoltarea exagerată a anumitor specii care devin dăunătoare organismului gazdă. Utilizarea iaurtului în timpul terapiei cu antibiotice are tocmai rolul de a restabili echilibrul normal al florei bacteriene intestinale.

La unele animale prezența microorganismelor în tubul digestiv este absolut necesară pentru desfășurarea digestiei. Așa de exemplu, erbivorele rumegătoare consumă în alimentația lor plante cu un conținut foarte bogat în celuloză, dar ele nu posedă enzime care să asigure scindarea celulozei în compuși mai simpli. Fără intervenția microorganismelor celulolitice, celuloza ar fi eliminată fără ca animalul s-o poată utiliza. La erbivorele rumegătoare digestia celulozei se realizează în rumen, iar la cele nerumegătoare, ca de pildă la cal sau la rozătoare, digestia celulozei are loc într-un cecum. În rumen trăiesc numeroase bacterii (*Ruminococcus albus, R. flavefaciens, Butyrivibrio fibriosolvens* etc.) care găsesc aici un mediu de viață favorabil (temperatură anaerobioză, CO_2), precum și o bogată sursă de hrană constituită din: săruri de amoniu și uree ca sursă de azot, glucide din belșug, substanțe minerale în cantități corespunzătoare necesităților de creștere și multiplicare. Pentru microorganisme rumenul are rolul unei camere de cultură în care acestea se dezvoltă atingînd o densitate enormă, de 10^{10}—10^{11} microorganisme/ml. În cadrul activității de descompunere a celulozei și a altor glucide conținute în furajele folosite de erbivore se degajă energie pe care microorganis-

mele o utilizează în sinteza diferitelor substanțe, printre care și vitamine din grupul B folosite atît de microorganisme, cît și de mamiferele respective. O altă parte din energie este utilizată de microorganisme pentru construirea propriului organism. Este lesne de înțeles că marea cantitate de microorganisme ce se dezvoltă în permanență în rumen reprezintă la rîndul lor o masă de substanță organică și în special proteină. Aceasta se descompune în alte compartimente ale stomacului erbivorelor, ca rezultat al acțiunii enzimelor de aici, pînă la compuși simpli pe care îi asimilează mamiferele erbivore. Deci, microorganismele, pe lîngă activitatea de descompunere a celulozei în compuși asimilabili pentru animale, reprezintă pentru acestea o importantă sursă de proteină.

Referitor la tipul de relații care se stabilesc între microorganismele ce constituie așa-numita floră normală au fost multe controverse. Pasteur arăta că viața organismelor superioare nu ar fi posibilă fără microflora lor normală, considerînd relațiile dintre ele ca fiind de simbioză. Alți cercetători au fost împotriva acestei idei apreciind microflora intestinală ca dăunătoare, mai ales prin produșii toxici pe care îi eliberează în procesul de catabolism. Au urmat numeroase studii care au demonstrat cert că pentru unele animale, cum sînt rumegătoarele și insectele xilofage, prezența microorganismelor în tubul digestiv este obligatorie, deoarece ele participă la procesul de digestie.

Lichenii — simbioză obligatorie dintre alge și ciuperci. Algele realizează asociații simbiotice cu alte specii de alge, cu protozoare și ciuperci. Simbioza dintre alge și ciuperci a dus la formarea unor organisme total noi — lichenii cu structuri și proprietăți diferite de cele ale partenerilor asociației. Există mai

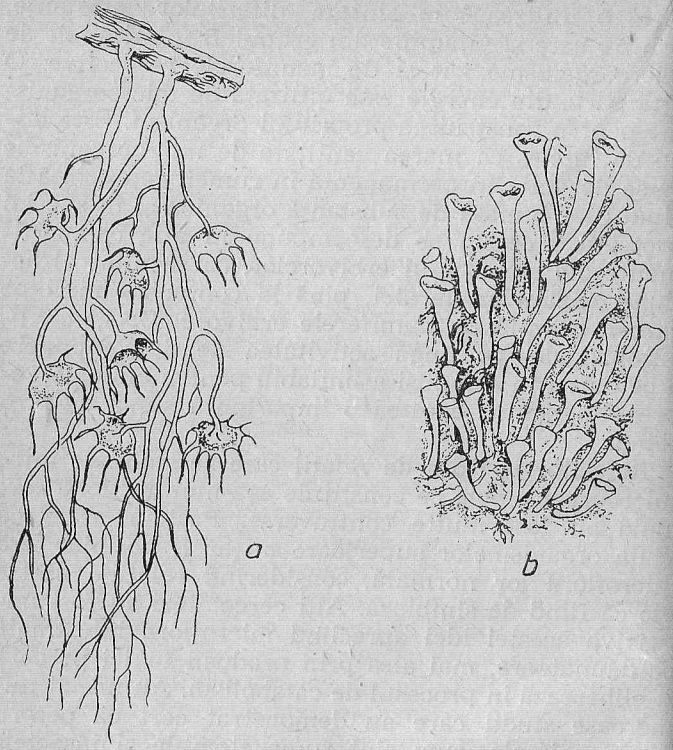

Fig. 2 *a.* — Mătreața bradului *(Usnea barbata); b* — păhărele *(Cladonia fimbriata).*

multe specii de licheni care se deosebesc între ele prin diverse caractere morfologice și anatomice (fig. 2). Examinînd la microscop secțiuni efectuate prin diferite specii de licheni, se constată o dispoziție variată a celor doi simbionți. Algele pot fi repartizate în toată grosimea talului aproximativ uniform (tal homeomer) sau într-un singur strat (tal heteromer) (fig. 3). La unele specii asocierea dintre parteneri este slabă, în timp ce la altele prezintă structuri specializate. Pe partea superioară se află un cortex superior iar pe cea inferioară un cortex inferior. Cortexul este format din filamentele ciupercii împletite strîns între ele. Între cele două cortexuri se află un strat numit medula, constituit din hife mai laxe decît cortexul. La talul heteromer, sub cortexul superior se află un strat de celule algale, iar la cel

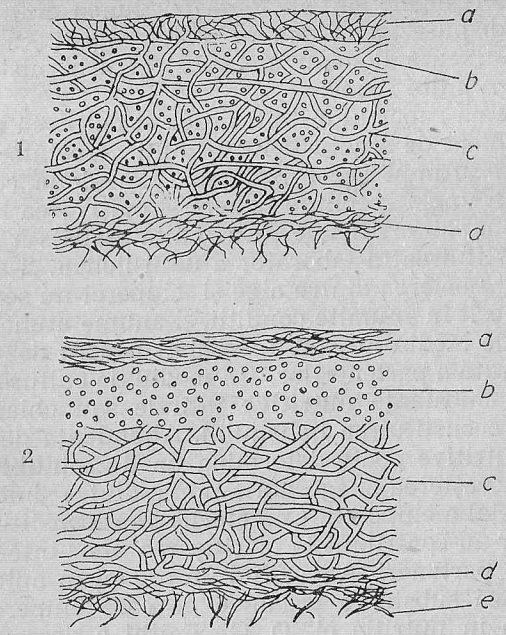

Fig. 3 Secțiune prin tal de lichen: 1 — homeomer; 2 — heteromer; *a* — cortex superior; *b* — alge; *c* — hifele ciupercii; *d* — cortex inferior; *e* — formațiuni de fixare (rizine).

homeomer, algele sînt în toată porțiunea dintre cortexuri, dispuse izolat sau în mici grupuri. Cortexul inferior fixează lichenul de substrat prin niște formațiuni numite rizine.

Problema raportului dintre algă și ciupercă a constituit obiect de studiu pentru mulți cercetători. S-a reușit în ultimul secol izolarea celor două componente din unele specii de licheni și cultivarea lor separat pe medii artificiale. Într-o altă etapă s-a trecut la reconstituirea în laborator a unui lichen. S-a constatat că asocierea dintre alge și ciuperci nu se poate realiza decît în anumite condiții, și anume atunci cînd factorii de mediu nu sînt favorabili pentru dezvoltarea separată a partenerilor. Un mediu de cultură prea bogat în substanțe nutritive întîrzie sau chiar împiedică reconstituirea lichenului. Abundența de substanțe nutritive poate determina un dezechilibru favorizînd creșterea exagerată a unuia dintre simbionți și în special a ciupercii. Cercetările de reconstituire a lichenilor au contribuit la clarificarea unor interrelații dintre parteneri. Alga fiind un organism autotrof, sintetizează substanțe organice pe care ciuperca le utilizează în nutriția ei. D. C. Smith[1] a demonstrat experimental rolul algelor în sinteza glucidelor. Folosind ^{14}C (carbon marcat), acest cercetător a pus în evidență la lichenul *Peltigera polydactyla* transportul de compuși organici de la algă la ciupercă. Cercetările efectuate la noi în țară cu izotopi radioactivi au dus la obținerea unor date interesante cu privire la interrelațiile dintre partenerii simbionți. Astfel, L. Atanasiu, G. Fabian-Galan și N. Sălăgeanu[2] lucrînd cu lichenii *Collema* sp., *Parmelia furfuracea*, *Peltigera polydactyla*, *Lobaria pulmonaria*, *Usnea dasypoga*, *U. ceratina* și *Cladonia rangiferina*, au constatat transportul de substanțe organice din celulele algelor fotosintetizante în cele ale miceliului ciupercii. Ciuperca, la rîndul ei, asigură algelor apa și sărurile minerale precum și protecție împotriva factorilor de mediu nefavorabili, împiedicînd deshidratarea și efectul negativ al razelor solare prea puternice.

[1] „Lichenologist", 1961, 1.

[2] *Microradiographic investigations in lichens*, „Rev. Roum. Biol". — botanique, 15, 6, 1970.

Este bine cunoscută tuturor marea rezistență a lichenilor la condițiile aspre de viață. Mulți cercetători au căutat un răspuns la întrebările: care sînt factorii ce le conferă această rezistență, cum se face că ei suportă atît temperaturi foarte scăzute, cît și foarte ridicate, precum și lipsa prelungită de apă. La aceste probleme s-au dat deja unele răspunsuri. Lichenii au anumite particularități morfologice și fiziologice care le conferă această mare rezistență. Ei absorb apa în stare lichidă sau sub formă de vapori pe toată suprafața talului și, datorită îngroșării pereților celulari ai hifelor, capacitatea de reținere a apei este foarte mare, aceasta constituind un rezervor pentru perioadele de secetă. Procesele de sinteză ale lichenilor se desfășoară foarte lent, ceea ce explică și creșterea lor lentă. Catabolismul lor este, de asemenea, lent. Cercetări referitoare la procesele fiziologice au arătat că lichenii au un aparat fotosintetic mai bine adaptat la condițiile de viață cu temperaturi scăzute decît plantele superioare. L. Atanasiu, experimentînd cu diferite specii de licheni, recoltați din zona montană, constată[3] că la aceștia procesul de fotosinteză are loc și la temperaturi cuprinse între —8 și —10°C, în timp ce temperaturile minime ale fotosintezei la co-

[3] L. ATANASIU, *Photosinthesis and respiration in some lichens in relation to winter low temperature*, Rev. Roum. biol., 16, 2, 1971.

nifere se situează între —3 și —7°C, iar la plantele cu frunze căzătoare temperaturile minime sînt și mai ridicate.

Față de poluanți lichenii manifestă o mare sensibilitate. Pe cît de mare este rezistența lor la temperaturi extreme și lipsă de umiditate, pe atît de mică este rezistența la poluanți. Aceasta explică lipsa lor în zonele puternic poluate. Sensibilitatea lor se datorește faptului că lichenii absorb cu mare ușurință nu numai vaporii de apă din atmosferă, dar și diversele substanțe poluante. O mare sensibilitate prezintă la bioxidul de sulf (SO_2). Sînt numeroase date care arată că există o strînsă corelație între gradul de poluare atmosferică și dezvoltarea unor specii de licheni într-o anumită regiune, acestea constituind indicatori ai nivelului de poluare. Există totuși și un mic număr de specii cu sensibilitate redusă față de poluanții chimici, putînd astfel crește și în zonele industrializate.

Micorizele. Un tip de simbioză, probabil mai puțin cunoscută, este cea dintre ciuperci și rădăcinile unor plante lemnoase și erboase, care poartă numele de micoriză. Această simbioză prezintă o mare importanță ecologică și economică. Creșterea viguroasă a multor specii de plante, în anumite condiții de mediu, este condiționată de existența micorizelor. Interrelațiile partenerilor simbionți sînt foarte variate. Micorizele pot să determine modificări foarte pronunțate ale rădăcinilor iar în alte cazuri modificările externe sînt extrem de slabe, aproape imperceptibile. Pe baza raporturilor care se stabilesc între ciupercile micorizice și rădăcinile plantelor, a aspectelor morfologice și anatomice determinate, micorizele au fost grupate în mai multe categorii: peritrofe, ectotrofe, endotrofe, la care unii autori mai adaugă un

grup — micoriza ectoendotrofă, cu poziție intermediară între ultimele două.

Micoriza peritrofă reprezintă o relație labilă între parteneri în care ciupercile se dezvoltă în imediata apropiere a rădăcinilor formînd o rețea discretă sau ceva mai densă de miceliu în jurul lor, fără însă a avea un contact direct cu rădăcinile. Este vorba deci de un strat lax de miceliu în rizosferă. Dintre ciupercile care participă la această micoriză pot fi unele specii de *Phycomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes*, precum și diverse specii de *Fusarium* și *Trichoderma* dintre *Fungi imperfecti*. Acest tip de micoriză este destul de răspîndit în natură. Principalul său rol este în stabilizarea *p*H-ului din jurul rădăcinilor. Ea are o importanță foarte mare în special în cazul cînd plantele trebuie să se dezvolte în condiții de mediu care nu sînt în concordanță cu exigențele lor ecologice. Ciupercile, la rîndul lor, sînt influențate pozitiv de secrețiile radiculare ale plantei.

Micoriza ectotrofă este o asociație simbiotică în care filamentele de miceliu se dezvoltă în contact strîns cu rădăcinile formînd ca un manșon ce acoperă vîrful rădăcinilor. O parte din hife pătrund în spațiile intercelulare din straturile exterioare ale țesutului cortical, făcînd astfel o legătură directă cu țesuturile vii ale rădăcinilor. Spre deosebire de micorizele endotrofe, ele nu străbat membranele celulare. Rădăcinile cu micoriză sînt scurte, ramificate puternic, cu aspect coraliform și lipsite de peri absorbanți. Culoarea lor este albă-gălbuie, cenușie, brună sau roșcată. Lipsa perilor absorbanți este compensată de numărul mare de hife miceliene care pornesc radiar de la rădăcini, pătrund în solul din jur absorbind apa și sărurile minerale. În afară de asta, ciupercile pot determina descompunerea unor sub-

stanțe organice din sol pe care plantele superioare nu le pot utiliza direct, fără intervenția simbiontului fungic. Încercarea experimentală de cultivare a unor arbori, de exemplu, *Pinus*, în soluri acide, lipsite de ciuperci de micoriză, nu a reușit. Dacă la același sol s-au adăugat ciuperci micorizante plantele au crescut normal. Este de asemenea demonstrat că unii compuși organici complecși pot fi transformați în compuși minerali solubili, de către ciupercile micorizice. Experiențe efectuate pe *Pinus silvestris* au arătat că absorbția la plantele cu micoriză este net superioară față de plantele fără micoriză. Plantele sînt mai robuste iar la analiză s-a constatat în pinul cu micoriză mai mult potasiu cu 75%, azot cu 86% și fosfor cu 234%. De asemenea, rezistența la condițiile meteorologice este crescută la plantele cu micoriză. Experiențele cu carbon marcat (^{14}C) au adus date interesante cu privire la interrelațiile dintre partenerii asociației. Planta autotrofă sintetizează substanțe organice din care o anumită cantitate ajunge și în ciuperca simbiontă care le utilizează în metabolismul său. S-a demonstrat în acest sens că o mare parte din carbonul marcat cu care s-a experimentat este cuprins în zaharuri (manitol, trehaloză, glicogen) specifice ciupercilor și acesta trece din rădăcinile plantelor în miceliul ciupercilor.

Micorizele ectotrofe sînt mai frecvente la plantele lemnoase și în special la cele din familiile: Pinaceae, Betulaceae, Fagaceae. Ciupercile care participă la formarea micorizelor ectotrofe sînt în special *Basidiomycetes*, printre care specii de *Amanita, Tricholoma, Boletus, Lactarius, Russula* etc. Miceliul acestor ciuperci formează asociații simbionte cu rădăcinile iar corpurile lor fructifere apar la suprafața solului. Ciupercile ectomicorizice pot fi împărțite în trei grupe ecologice, în funcție de dependența lor față de par-

tenerul autotrof. În prima grupă intră acele ciuperci care trăiesc libere saprofite, dar care pot să trăiască și în asociație cu rădăcinile plantelor formînd micorize, de pildă *Phallus impudicus*. Un alt grup îl reprezintă ciupercile care formează obișnuit micorize cu o serie de plante, dar pot trăi și libere ca saprofite, ca *Scleroderma aurantium*. Cea mai mare parte a speciilor ectomicorizice sînt însă obligat simbionte, unele dintre ele putînd constitui asociații cu mai multe specii de plante (de exemplu, *Amanita muscaria* cu diferite rășinoase și foioase) iar altele au o specificitate foarte mare. Astfel, *Boletus elegans* formează micorize cu larița *(Larix), B. speciosus* cu stejarul, *B. scaber* cu *Betula alba,* iar *B. luteus* cu pinul și bradul.

O mare parte dintre speciile de ciuperci care formează micorize ectotrofe au corpuri fructifere comestibile prezentînd și din acest punct de vedere importanță economică. De remarcat că speciile simbionte nu fructifică decît în prezența partenerului simbiont, aceasta fiind una dintre dovezile dependenței ciupercilor de planta autotrofă. Pe de altă parte, așa cum a reieșit din cele expuse, ciupercile de micoriză au un efect foarte favorabil asupra arborilor, în special printr-o mai bună aprovizionare cu substanțe minerale pe care ciupercile le pot extrage din compuși ce nu pot fi utilizați direct de către plantele autotrofe. Simbioza arbore-ciupercă are o mare importanță în silvicultură, ea stă la baza reușitei acțiunilor de împădurire, precum și a vitalității diferiților arbori.

Micorizele ectoendotrofe se deosebesc de cele ectotrofe prin faptul că hifele pătrund și în interiorul celulelor scoarței, nu numai intercelular.

Micorizele endotrofe se întîlnesc frecvent la plantele erboase și lemnoase. Ele diferă de cele ec-

totrofe prin aceea că miceliul la exteriorul rădăcinilor este slab dezvoltat și nu formează un înveliș bine conturat. Hifele miceliului cresc între celulele parenchimului cortical, de aici pătrund în celule, formînd niște vezicule și gheme (arbuscule). Micorizele endotrofe au fost descrise și la multe plante de cultură: porumb, grîu, orz, ovăz, leguminoase, cartofi etc. Foarte bine studiată este micoriza de la orchidee (N. Bernard). La majoritatea orchideelor prezența ciupercii de micoriză *Rhizoctonia repens* este obligatorie pentru germinarea semințelor și creșterea ulterioară a plantelor. O analiză a raporturilor dintre cei doi parteneri din punct de vedere anatomomorfologic ar indica relații de parazitism, ciuperca fiind parazitul care invadează orchideea iar aceasta răspunde prin reacții de autoapărare. Prezența ciupercii în țesuturi determină tuberizări care reprezintă o reacție a plantelor tinere la infecția ciupercii. Filamentele de miceliu pătrund în celulele gazdei și formează aici aglomerări (fig. 4), iar orchideea reacționează printr-un proces de fagocitare a filamentelor care nu mai pot astfel înainta peste această zonă numită barieră fagocitară. Modificările morfologice și fagocitoza dovedesc că ciupercile endomicorizice se comportă într-un anumit stadiu ca paraziți, însă analizîndu-se raporturile lor din punctul de vedere al fiziologiei nutriției, apare foarte clar că între cei doi parteneri, în condiții normale se stabilesc relații de tip beneficial, ambii parteneri avînd un avantaj din asociația respectivă. Micoriza endotrofă stimulează creșterea plantelor. S-a constatat că ea asigură plantei o nutriție azotată mai bună, de asemenea *Rhizoctonia* furnizează orchideelor vitamine. Prin digerarea hifelor, celulele rădăcinilor sînt aprovizionate cu azot, fosfor, potasiu etc.

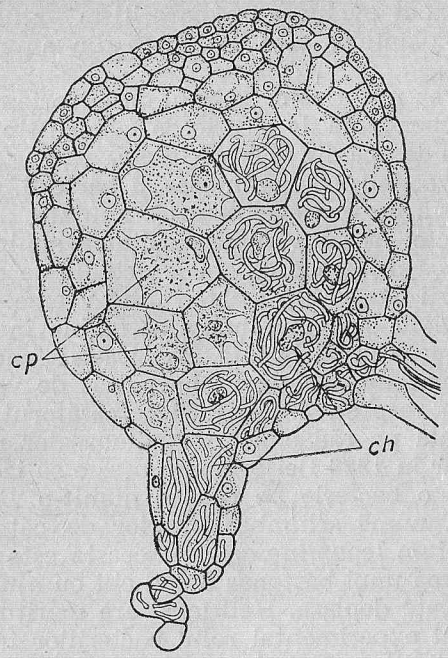

Fig. 4 Micoriză endotrofă. Secțiune longitudinală într-o plantulă de orchidee. Celulele orchideei cu filamente de ciupercă *(ch)* și celule fogocitante *(cp)* (după N. Bernard).

Caracterul raporturilor reciproce dintre ciupercă și planta superioară este influențat de o serie de factori. Virulența ciupercii micorizice pe de o parte, starea plantei (vîrsta, vigoarea) și condițiile ecologice de care depinde creșterea ei, pe de altă parte, reprezintă factorii principali în stabilirea raporturilor. În condiții obișnuite, între ciuperci și rădăcinile plantelor se instaleză relații de simbioză, aceste re-

lații însă pot evolua spre parazitism atunci cînd creșterea plantelor este deficitară din anumite cauze.

Formarea micorizelor, gradul de micorizare sînt în strînsă dependență de o serie de factori: tipul de sol, cantitatea de apă din sol, *p*H-ul etc.

Simbioza dintre leguminoase și bacterii. Acest tip de simbioză nu mai este astăzi o noutate, dar diversele aspecte ale interrelațiilor dintre simbionți se înscriu încă printre problemele actuale de cercetare. Agricultorii cunosc de foarte multă vreme că pe un teren cultivat cu leguminoase se obține în anul următor o recoltă mai bogată. Explicația fenomenului nu este însă tot atît de veche pe cît de veche este observația respectivă. În 1886 cercetătorul Hellriegel constată pe rădăcinile leguminoaselor niște nodozități iar în 1888 Beijerinck reușește să izoleze din nodozități o bacterie pe care a numit-o *Bacterium radicicola*, nume schimbat ulterior de către Frank în *Rhizobium leguminosarum*. Aceasta este o bacterie de forma unui bastonaș avînd cili cu ajutorul cărora se poate deplasa. Hellriegel are meritul de a fi demonstrat experimental rolul bacteriilor în formarea nodozităților, făcînd totodată legătura între acestea și capacitatea leguminoaselor de a mări fertilitatea solului prin îmbogățirea în azot. Mecanismul intim care stă la baza fenomenului a fost dezlegat mult mai tîrziu, studiile în acest sens continuînd și în prezent. Bacteriile din sol pătrund în rădăcină prin perii radiculari. După pătrunderea în plantă bacteriile sînt învelite într-o teacă de celuloză pe care o formează celulele rădăcinilor, ele înaintează pînă în parenchimul scoarței, sub forma unui cordon mucilaginos. Prezența bacteriilor în rădăcini stimulează diviziunea celulelor din jur care se înmulțesc repede, produc hipertrofierea acestui țesut și astfel se formează nodozitățile. Bacteriile din nodozități consumă în această perioadă hidrați de carbon sintetizați de către leguminoasă, comportîndu-se deci ca niște paraziți care determină chiar o stingherire în creșterea plantei. Celulele bacteriene suferă o serie de modificări: cresc în dimensiuni devenind uneori chiar de zece ori mai mari decît înainte de a pătrunde în rădăcină, prezintă ramificații și vacuole, stadiu în care poartă numele de bacteroizi. Începe apoi asimilarea intensă a azotului atmosferic și sinteza compușilor azotați pe care leguminoasele îi vor utiliza în nutriția lor. Raporturile de simbioză sînt deci evidente. Această proprietate a bacteriilor de a fixa azotul atmosferic în compuși azotați se manifestă doar în cadrul asociației bacterie-plantă autotrofă, fiind o însușire ce rezultă ca urmare a interacțiunii dintre cei doi simbionți. Fixarea azotului are loc sub acțiunea unei substanțe — leghemoglobina care este sintetizată de bacterie împreună cu planta autotrofă. Sinteza acestei substanțe se realizează concomitent cu transformarea bacteriilor în bacteroizi și în același timp începe fixarea azotului. Leghemoglobina a fost pusă în evidență numai în celulele din zona centrală a nodozităților active care conțin bacteroizi și ea dispare îndată ce activitatea de fixare a azotului încetează. Aceasta demonstrează rolul ei în fixarea azotului în cazul simbiozei dintre microorganisme și plantele superioare.

Într-o altă fază bacteroizii se lizează și are loc dezintegrarea nodozităților. Fenomenul este precedat de transformări citologice, biochimice și fiziologice în celulele bacteriene. Nodozitățile au o durată variabilă de viață. La plantele anuale pînă la perioada înfloritului, iar la cele perene cîțiva ani, apoi se dezintegrează ca rezultat al stagnării aprovizionării de către leguminoasă cu substanțe energetice.

Numărul și dimensiunile nodozităților variază în funcție de diferiți factori. În cadrul speciei *Rhizobium leguminosarum* există mai multe tulpini capabile să alcătuiască asociații cu o anumită specie sau cu un grup de specii de leguminoase. S-a constatat că tulpinile cele mai eficiente (care fixează cea mai mare cantitate de azot în cursul vieții) au și specificitate mai mare, adică pot infecta doar o singură specie de leguminoasă.

Pătrunderea în plantă și formarea nodozităților sînt în legătură cu însușirea de virulență a bacteriilor. Există tulpini de *Rhizobium* care determină formarea nodozităților pe rădăcini, uneori chiar în număr mare, dar nu fixează azotul atmosferic. Aceste tulpini sînt ineficiente. Eficiența este în strînsă corelație cu însușirile ambilor parteneri, o anumită tulpină putînd fi eficientă în asociație cu o specie de leguminoasă și ineficientă cu alta. Cauzele nu sînt încă pe deplin elucidate.

Unii factori de mediu pot influența, de asemenea, activitatea de fixare a azotului. De pildă, dacă în sol există o mare cantitate de nitrați, fixarea azotului atmosferic în nodozități este diminuată. Un rol în modificarea eficienței îl au temperatura, umiditatea, pH-ul solului, lumina, precum și unele microelemente.

Pe terenurile cultivate cu leguminoase se acumulează în sol cantități variabile de azot (putînd ajunge la peste 100 kg N/ha), în funcție de planta cultivată și eficiența simbiozei. Dintre plantele de cultură din țara noastră, lucerna este cea mai eficientă, fapt observat de multă vreme și utilizat în practica agricolă pentru îmbogățirea solului în azot.

Asociații simbiotice între microorganisme și plante neleguminoase. Numărul plantelor care formează asociații simbiotice cu microorganisme ce posedă capacitatea de fixare a azotului nu se limitează doar la leguminoase, ci este mult mai mare. După G. Bond (1958), numărul speciilor de plante neleguminoase care formează simbioze cu microorganisme fixatoare de azot este de 190. O serie de plante lemnoase, arbori și arbuști din familiile: Betulaceae, Elaeagnaceae, Rosaceae etc. prezintă nodozități care se formează ca urmare a stimulării diviziunii celulare a plantei de către microorganisme endofite. Aceste plante se dezvoltă bine în soluri sărace în azot sau, în mod experimental, chiar în lipsa azotului, cantitatea de azot necesară creșterii fiind asigurată de microorganismele fixatoare de azot atmosferic din nodozități. Fenomenul a fost demonstrat cu ajutorul azotului marcat (^{15}N). Experiențele au furnizat date foarte precise cu privire la interrelațiile microorganismelor fixatoare de azot și planta autotrofă. S-a constatat că azotul marcat se acumulează întîi în nodozități intrînd în compoziția unor substanțe, iar de aici trece în întreaga plantă. În solurile bogate în compuși ai azotului, simbioza nu se constituie. Aceste date au o mare importanță practică, demonstrînd posibilitatea cultivării plantelor capabile să formeze asociații simbionte pe terenuri sărace în azot, speciile autotrofe respective putînd să se dezvolte pe seama azotului fixat de microorganisme (R. C. Dawson)[4].

[4] R. C. DAWSON, *Potential for increasing food production through microbiology*, „Bacteriol. Rev.", 29, 2, 1965.

III. PARAZITISMUL, MIJLOC DE SUPRAVIEȚUIRE AL UNOR SPECII

1. Relații parazit—gazdă

Adaptări la viața parazitară. Parazitismul oferă numeroase și variate exemple de modificări pe care le-au suferit organismele în procesul de adaptare la viața parazitară. Caracterele adaptative ale paraziților sînt de natură anatomică, fiziologică și biologică.

Forma corpului la paraziții animali este adaptată la modul de viață pe care-l duc. De pildă, paraziții care trăiesc pe corpul gazdei sînt în general turtiți dorsoventral, cum sînt unii infuzori paraziți pe pești, ploșnițele, păduchii, căpușele etc. Fac excepție puricii care au corpul turtit lateral, ceea ce le facilitează deplasarea printre firele de păr de pe mamifere. Tot ca o adaptare la viața parazitară a ectoparaziților este scurtarea corpului și reducerea apendicelor. În schimb, la endoparaziții intestinali nefixați corpul s-a alungit sub acțiunea peristaltismului intestinal. La endoparaziții fixați de peretele intestinului corpul este turtit, de exemplu la unii viermi intestinali din grupul trematodelor. Dimensiunea corpului este mai mare uneori la endoparaziți în comparație cu rudele lor care duc viață liberă, ceea ce pare să fie în legătură cu abundența de hrană pe care o au la dispoziție în interiorul gazdei.

Printre cele mai importante particularități morfologice la paraziții animali sînt considerate organele de fixare. La extremitatea corpului tuturor grupelor de paraziți se găsesc cîrlige. Ventuzele sînt de asemenea foarte răspîndite în lumea paraziților, servindu-le la fixarea de substrat. Unii paraziți posedă cleşti cu care apucă țesutul gazdei. Tot ca organe de fixare sînt și alte formațiuni: discuri adezive, trompe, stileți. Stileții sînt prelungiri rigide ale părții anterioare a corpului care le servesc paraziților la fixare, dar și la pătrunderea în corpul gazdei. Organele de fixare au adesea și rolul de a suge hrana din substrat.

La unele ciuperci parazite se întîlnesc, de asemenea, organe de fixare. De pildă, ciupercile din familia *Erysiphaceae,* care sînt în marea lor majoritate ectoparazite, prezintă niște organe, numite apresorii, în formă de mici discuri, cu care aderă la suprafața plantelor atacate. Din dreptul acestor apresorii se diferențiază organele de absorbție denumite haustori, aceștia străpung cuticula și pătrund în celulele epidermice de unde absorb substanțele nutritive. Marea majoritate a ciupercilor parazite prezintă haustori, cu care absorb hrana din plante, aceștia avînd forme foarte variate: de balonașe, lobați, piriformi, spiralați, ramificați digitat.

Organele de simț la ectoparaziții animali sînt prezente, dar se reduc sau dispar la endoparaziți care posedă doar cîteva celule senzitive. Organele de mișcare, acolo unde s-au păstrat, au suferit importante modificări iar la paraziții sedentari, ca de pildă la viermi, organele de locomoție s-au redus. La cele mai multe insecte parazite aripile lipsesc.

În organizația internă a paraziților animali s-au produs o serie de modificări în sensul reducerii unor organe, care prin viața parazitară au devenit nefolositoare, sau al dezvoltării altora. Astfel, la ectopara-

ziții hematofagi, care au o hrănire intermitentă, cu pauze mari, de exemplu la țînțar, ploșniță, musca țețe, pereții intestinali sînt extensibili, ceea ce le permite înmagazinarea unei mari cantități de hrană. La alți paraziți, la care hrana pătrunde în corp prin fenomenul de osmoză, organele de nutriție s-au redus, de exemplu la viermii intestinali.

La paraziții intestinali respirația este anaerobă. Unii paraziți localizați în organele respiratoare ale gazdei primesc oxigenul direct din aerul atmosferic. Aparatul circulator la paraziți suferă în general o reducere accentuată.

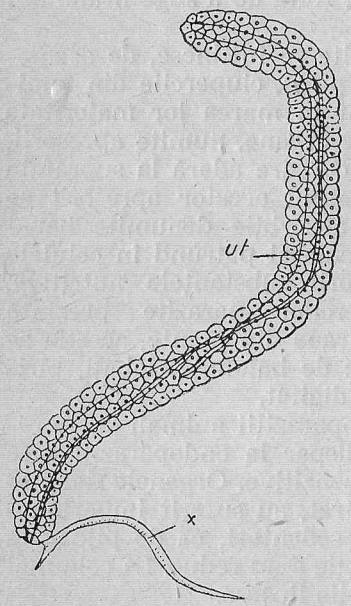

Fig. 5 Hipertrofia organelor genitale la nematodul *Sphaerularia bombi*, parazit al bondarului. *x* — corpul femelei după fecundare; *ut* — uter (după Goodey).

Organele de reproducere se dezvoltă în schimb foarte mult, așa încît în unele cazuri corpul parazitului este mult mai mic decît organele sale reproducătoare. Un exemplu tipic în acest sens îl prezintă specia *Sphaerularia bombi*, parazit al bondarului. Femela prezintă o puternică hipertrofiere a aparatului reproducător care devine enorm iar restul organismului apare ca o anexă de dimensiuni minore (fig. 5). Un caz interesant de parazitism intraspecific îl constituie peștele abisal *Edrilychmus schmidtii*. Masculul acestei specii, mult mai mic decît femela, stă fixat de operculul acesteia de la care primește hrana de-a gata, între cei doi parteneri existînd o comunicare a vaselor de sînge. Tubul digestiv al masculului s-a redus nefiindu-i necesar și s-au păstrat doar funcțiile de respirație și reproducere.

Caracteristic pentru toți paraziții este marea lor capacitate de înmulțire. Astfel, *Taenia solium*, care poate trăi 10—15 ani, depune în acest interval de timp 200—300 milioane de ouă, iar femela de limbric *(Ascaris lumbricoides)* produce într-un an ouă în greutate de 170 de ori propria sa greutate corporală. Și în cazul ciupercilor parazite numărul sporilor (organe de înmulțire) este imens. De pildă, *Puccinia graminis*, care produce rugina neagră a grîului, prezintă în ciclul său de dezvoltare cinci forme de spori și o gazdă intermediară pe care se dezvoltă două din aceste forme, picnosporii și ecidiosporii, ultimii fiind capabili să infecteze grîul. Un cercetător a avut curiozitatea să calculeze numărul ecidiosporilor ce se formează pe o tufă de dracilă și a constatat că într-un an se pot diferenția 64 miliarde de ecidiospori, ceea ce — trebuie să recunoaștem — este o cifră imensă!

O caracteristică importantă a paraziților este capacitatea lor de a secreta enzime. Sistemul enzimatic al ciupercilor fitopatogene prezintă o mare variabilitate strîns legată de gradul de parazitism. Cu cît parazitismul este mai accentuat, cu atît complexul de fermenți tinde spre o reducere și specializare. Microorganismele au în unele cazuri capacitatea de a-și adapta sistemul de fermenți în raport cu substratul. Această capacitate este mai pronunțată la speciile

facultativ parazite și scade la cele obligat parazite. Din acest punct de vedere, enzimele se împart în două categorii: constitutive, acelea pe care organismele le elaborează indiferent de substratul pe care trăiesc, și adaptative, cele elaborate numai în prezența produselor ce urmează să fie descompuse. Astfel, ciuperca *Aspergillus niger* produce pectinaza numai atunci cînd substratul conține substanțe pectice. Enzimele secretate de ciupercile parazite acționează asupra substratului viu descompunînd substanțele complexe în altele mai simple pe care le utilizează în nutriția lor. Dintre enzime, un rol important îl are pectinaza care descompune lamelele pectice din membranele celulelor vegetale, întîlnită în special la ciupercile și bacteriile ce produc putregaiuri și vestejirea la plante; amilaza descompune amidonul pînă la maltoză, apoi intervine o altă enzimă, maltaza, scindînd moleculele de maltoză în monozaharide; celulaza, cu acțiune asupra celulozei (fig. 6 a) din membranele celulare vegetale, a fost pusă în evidență la bacterii și ciuperci parazite; citaza acționează asupra hemicelulozei din membranele celulare, fiind întîlnită la multe bacterii și ciuperci fitopatogene; chitinaza este elaborată în special de ciupercile parazite pe insecte, cu ajutorul acestei enzime ele descompunînd chitina (fig. 6 b).

În afară de enzime, paraziții sintetizează și elimină în exterior toxine ce acționează asupra gazdei în diferite moduri. În filtratele culturilor de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Gäumann (1945) a pus în evidență pentru prima dată licomarasmina și ulterior a descoperit proprietățile acidului fuzaric găsit atît în filtratele culturilor de *Fusarium*, cît și în plantele atacate de această ciupercă. Aceste toxine produc ofilirea a numeroase plante (castraveți, tomate, cartofi etc.). Ustilaginina, produsă de ciuperci

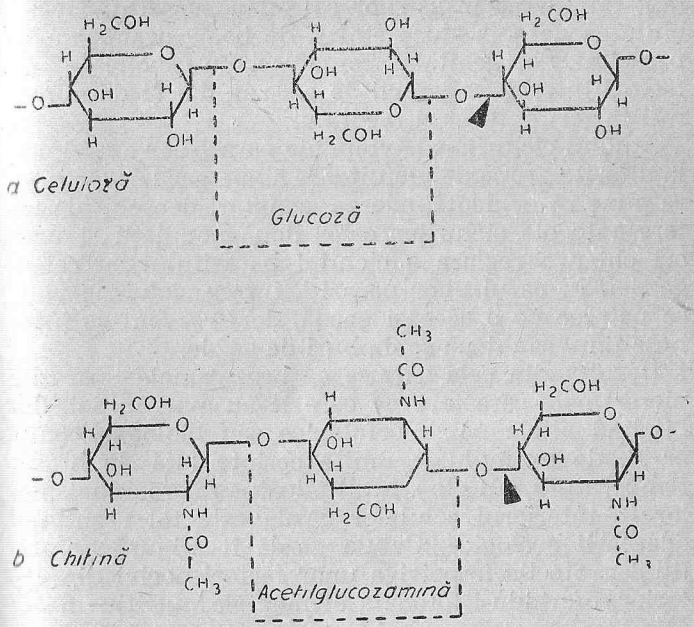

Fig. 6 Scindarea celulozei *(a)* și chitinei *(b)* în unitățile de bază.

din ordinul Ustilaginales, și temulina, elaborată de *Endoconidium temulentum*, au acțiune toxică asupra gazdelor. Toxinele sînt produși ai metabolismului paraziților, care cauzează diferite grade de alterare a țesuturilor vii pînă la moartea organismelor parazitate.

Cea mai importantă însușire a majorității paraziților apărută în procesul de adaptare la viața parazitară este virulența sau patogenitatea, adică proprietatea de a ataca organisme vii determinînd diferite grade de îmbolnăvire. Patogenitatea înseamnă de

fapt totalitatea însușirilor care dau parazitului posibilitatea de a produce starea de boală organismului parazitat. Patogenitatea poate varia în funcție de unii factori interni ce depind de parazit, dar și de numeroși factori externi ai mediului.

Studiul ciclurilor de viață ale paraziților aparținînd la diferite grupe de viețuitoare și ale gazdelor acestora pune în evidență, adesea, adaptări deosebit de interesante ale ciclurilor celor două populații și uneori chiar o reglare a ciclului parazitului cu cel al gazdei. În cazul unor paraziți, întreg ciclul de viață se petrece pe o aceeași gazdă, dar frecvent se întîlnesc unul sau două schimburi de gazde.

Rezultă din cele expuse că organismele parazite pierd unele caractere pe care le-au avut inițial, dobîndind altele noi, morfologice sau biologice (cum ar fi, de exemplu, anumite cerințe față de hrană, temperatură, *p*H etc.). Multiplicarea microorganismelor în interiorul celulelor gazdă este tot rezultatul adaptării ecologice. Celula gazdă îi asigură parazitului protecția împotriva unor factori nocivi din exterior, oferindu-i totodată elementele nutritive necesare, temperatura, presiunea osmotică și *p*H-ul corespunzător necesităților sale.

Acțiunile paraziților asupra organismelor parazitate. Complexul gazdă-parazit formează o asociație în care parazitul exercită întotdeauna o acțiune dăunătoare asupra gazdei iar aceasta răspunde prin reacții de apărare. Între parazit și gazdă se desfășoară o luptă a cărei intensitate este în strînsă legătură cu mijloacele de care dispun cele două organisme. Adesea gazda este victorioasă, parazitul fiind eliminat din luptă sau făcut inofensiv, dar de multe ori victoria este de partea parazitului, acesta producînd îmbolnăvirea gazdei.

Organismele patogene acționează asupra gazdei pe mai multe căi:

— Acțiunea mecanică, datorită în primul rînd organelor de fixare și hrănire a paraziților animali sau deplasării lor pe suprafața corpului și în interiorul diferitelor organe. Leziunile produse de organele de fixare și de cele cu care sug hrana pot reprezenta adesea porți de intrare pentru agenții infecțioși. Paraziții intestinali de dimensiuni mari sau chiar și cei mai mici, cînd formează aglomerări, pot determina ocluzia intestinală. Chistul hidatic poate ajunge la dimensiuni mari, de zeci de kilograme, presînd asupra vaselor de sînge, a nervilor și țesuturilor din vecinătate. Alți paraziți provoacă obstrucția căilor respiratorii etc.

Diversele microorganisme parazite pe plante (bacterii, ciuperci) determină degradarea țesuturilor cu ajutorul diferitelor enzime. Micoplasmele și ciupercile care trăiesc în vasele conducătoare ale plantelor, înmulțindu-se abundent, împiedică circulația sevei. Pe de altă parte, sub acțiunea paraziților se formează tile și gome care obstruează vasele conducătoare. Bacteriile traheifile determină, de asemenea, astuparea vaselor prin polizaharidele extracelulare care în acest caz au un rol major.

— Acțiunea spoliatoare (de sustragere a hranei organismului parazitat) este exercitată de toți paraziții, deoarece, conform definiției, ei trăiesc pe seama gazdei folosind ca sursă de hrană diversele componente din organismul parazitat. Unii paraziți au organe specializate pentru extras hrana din celulele gazdei. Ciupercile fitopatogene elaborează un complex de enzime cu ajutorul cărora descompun substanțele din organismul parazitat pînă la compuși asimilabili.

Unii paraziți hematofagi determină anemierea gazdelor. Paraziții intestinali de dimensiuni mari, de

exemplu *Diphyllobotrium latum*, care poate ajunge pînă la 20 m lungime, consumă o parte însemnată din hrana gazdei, determinînd scăderea în greutate și anemia acesteia. De asemenea, paraziții utilizează cantități importante din vitaminele organismului parazitat.

— Substanțele toxice secretate de parazit sînt produși ai metabolismului său, cu acțiune locală sau generală, și în acest caz provoacă diferite tulburări funcționale. Adesea toxinele paraziților ajunse în sîngele animalelor sau al omului se comportă ca antigene determinînd producerea de anticorpi, deci declanșează reacții de imunitate. Acțiunea toxinelor s-a demonstrat experimental atît la plante cît și la animale. Este bine cunoscut faptul, de pildă, că înțepătura de țînțar, ploșniță etc. este urmată de apariția unui proces inflamator, care se datorește toxinelor din saliva parazitului hematofag.

Simptomele prin care se manifestă nenumărate boli provocate de paraziți sînt foarte variate. Starea de boală se caracterizează prin modificări fiziologice, biochimice, citologice și anatomomorfologice. Cel mai ușor se observă modificările anatomomorfologice. Ele constau în hipertrofia sau atrofia unor organe, modificări de simetrie, pete diferit colorate (albe, galbene, roșietice, brune, negre), distrugerea unor organe, putregaiuri. Modificările citologice se produc sub acțiunea enzimelor, toxinelor sau pur și simplu datorită prezenței ciupercilor în celule. Ca o reacție de apărare a plantei la invazia parazitului se produce suberificarea, lignificarea sau cutinizarea membranelor celulare din zona infectată. Sub acțiunea enzimelor are loc dezorganizarea membranelor celulare. Au loc, de asemenea, modificări ale constituenților citoplasmatici, atrofierea sau creșterea numărului de nuclee din celule. Cercetările de fiziologie și biochimie a plantelor bolnave au arătat numeroase modificări în compoziția chimică, precum și modificări funcționale. Intensitatea fotosintezei în general scade ca urmare a distrugerii unor suprafețe de asimilare sau a activității nocive exercitate de exoenzimele elaborate de parazit asupra celulelor gazdei. Este neîndoios că scăderea fotosintezei are repercusiuni negative asupra recoltei.

Categorii de parazitism. Organismele parazite se împart, în general, în două categorii: facultative și obligate. Sînt considerate parazite facultative acele animale care trăiesc în mod obișnuit libere în natură și care ajungînd în corpul altor animale mai mari pot trăi aici ca parazite. Acest caracter nefiind înscris în codul genetic, urmașii lor nu posedă însușirea de parazitism. Ciupercile parazite facultativ au în mod obișnuit o nutriție saprofitică, consumînd substanțe organice lipsite de viață, însă în anumite condiții prielnice pot ataca țesuturi vii, de exemplu specii de *Fusarium, Verticillium, Cladosporium* ș.a.

Parazitismul obligatoriu în regnul animal presupune existența în mod constant cel puțin a unei faze parazitare din ciclul biologic. În raport cu durata relațiilor de parazitism dintre parazit și organismul parazitat, în acest grup se disting mai multe categorii.

— Parazitism temporar, de exemplu insectele hematofage (țînțari, ploșnițe, purici). Parazitul este în contact cu gazda pentru un anumit timp, apoi o părăsește, putînd reveni pentru hrănire pe aceeași gazdă sau pe alta.

— Parazitism periodic, în care caz parazitul este în legătură cu gazda mai mult timp, fie în stadiul larvar, fie în cel de adult. De exemplu, crustaceul *Sacculina* ca adult parazitează crabul iar larva trăiește liberă în apă.

— Parazitismul permanent este cel mai înalt grad de parazitism cuprinzînd paraziți ce se pot dezvolta pe una sau două gazde.

Organismele parazite obligate pe plante sînt acelea care trăiesc numai pe țesuturi vii neputînd utiliza în nutriția lor substanțe lipsite de viață și deci nu pot fi cultivate pe medii artificiale în condiții de laborator, de exemplu ciupercile din familiile Peronosporaceae, Erysiphaceae și din ordinul Uredinales.

Un grad mai redus de parazitism îl au ciupercile saprofite facultative care în mod obișnuit trăiesc parazite, dar într-unul din stadiile de dezvoltare, sau în anumite condiții, pot avea o nutriție saprofită. De exemplu, *Pythium, Phytophthora, Venturia inaequalis* etc.

După locul de fixare a paraziților se deosebesc ectoparaziți și endoparaziți. În cazul plantelor, ectoparaziții se găsesc la exteriorul organelor pe care le atacă (frunze, flori, fructe, ramuri), de exemplu ciupercile din familia Erysiphaceae. Ectoparaziții animali populează pielea, cavitatea nazală, bucală etc. Endoparaziții la plante sînt intracelulari și intercelulari iar la om și animale pot fi localizați în intestin, în țesuturi sau în interiorul celulelor.

— Hiperparazitismul. În natură numeroși paraziți sînt la rîndul lor atacați de alte viețuitoare care se hrănesc pe seama lor. Deci paraziții pot deveni sursă nutritivă și mediu de trai pentru alți paraziți, fenomen denumit hiperparazitism. Numeroase cazuri de hiperparazitism au fost descrise la ciuperci. Fenomenul prin care o specie de ciupercă este parazită pe o altă specie de ciupercă poartă numele de micoparazitism. De pildă, *Darluca filum* trăiește ca parazită în lagărele de uredosori și teleutosori* a peste 70 de specii de Uredinales (ciuperci care produc rugini la plante). Hiperparazitul determină reducerea numărului de spori din fructificațiile parazitate, precum și diminuarea capacității de germinație a sporilor. Dacă, de exemplu, se fac infecții artificiale pe plante de grîu cu uredospori de *Puccinia recondita* (care produce rugina brună a grîului) concomitent cu hiperparazitul său *D. filum*, rugina nu mai apare deoarece ciuperca *P. recondita* a fost omorîtă încă în primele faze de dezvoltare. La uredinale au mai fost descoperite și alte numeroase cazuri de hiperparazitism. Astfel, specia *Tuberculina persicina* crește în ecidiile diferitelor uredinee împiedicîndu-le dezvoltarea. De asemenea, se cunosc hiperparaziți ai speciilor de *Ustilago* (care produc tăciuni la multe plante spontane și cultivate), de exemplu *Ustilago avenae* este parazitat de *Fusarium ustilaginis*.

O specie hiperparazită pe multe erizifacee (ciuperci care produc făinare la diferite plante) este *Cicinnobolus cesatii*, ale cărei hife pătrund în filamentele miceliului de erizifacee, aici cresc și fructifică iar miceliul parazitat se dezagregă. Observațiile efectuate în natură asupra relațiilor dintre paraziți și hiperparaziți au arătat că, în unii ani, în care condițiile climatice sînt favorabile pentru dezvoltarea hiperparazitului, în special cînd umiditatea este mare, se înregistrează o scădere a intensității atacului de făinare pe stejar, ca rezultat al acțiunii ciupercii *C. cesatii* asupra agentului patogen al făinării stejarului *(Microsphaera abbreviata)*. Același lucru s-a constatat și în cazul făinării mărului produse de *Podosphaera leucotricha*, boală foarte dăunătoare, întîlnită frecvent în livezile noastre.

În regnul animal hiperparazitismul este cunoscut în cadrul diferitelor grupe sistematice. Astfel, pro-

* Organe de fructificare în care se formează sporii (uredospori și respectiv teleutospori).

tozoarele parazite au ca hiperparaziți fie ciuperci, fie alte protozoare, de regulă mai mici decît gazdele lor. Multe protozoare (printre care microsporidiile dețin un loc important) sînt hiperparaziți ai metazoarelor, cu o accentuată specificitate. Cazuri de hiperparazitism au fost semnalate între crustacee, însă un număr mult mai mare au fost descrise la insecte.

Cercetările din ultimele decenii dovedesc existența în natură a unui mare număr de hiperparaziți cu un rol imens în reglarea populațiilor de paraziți și deci în menținerea echilibrului biologic. Hiperparazitismul, cu numeroasele aspecte teoretice și practice, reprezintă un domeniu de cercetare a numeroși oameni de știință, fenomenul avînd largi perspective de aplicare în combaterea biologică a unor specii de paraziți.

Specificitatea gazdelor. Atît între paraziții din regnul vegetal, cît și între cei din regnul animal sînt unele specii adaptate exclusiv la o singură specie gazdă, avînd deci un înalt grad de specificitate (paraziți monofagi sau monoxeni). Alți paraziți sînt lipsiți de specificitate. Între aceste două categorii există diferite grade de specificitate. Astfel, ciupercile parazite obligate din familiile Peronosporaceae, Erysiphaceae și din ordinul Uredinales sînt monofage. O specificitate parazitară strictă prezintă multe specii de paraziți animali, de exemplu unele specii de malofage sînt parazite pe cîte o specie de păsări, păduchii la om sînt de asemenea specifici.

Paraziții polifagi sau polixeni pot să atace două sau chiar mai multe specii de gazde, uneori din unități sistematice îndepărtate filogenetic. De exemplu, *Agrobacterium tumefaciens* a fost găsit pe 66 specii de plante aparținînd la 39 familii de plante, ciuperca *Sclerotinia sclerotiorum* atacă aproximativ 100 de specii de plante. Sînt și cazuri de polifagie

aparentă, de pildă *Puccinia graminis* produce rugina neagră la numeroase graminee spontane și cultivate, dar această specie are numeroase forme specializate pentru fiecare specie de gazdă. Mai mult decît atît, specializarea merge pînă la rase fiziologice care sînt specifice pentru anumite soiuri sau linii ale speciei de plantă gazdă.

Printre paraziții animali sînt numeroase exemple de specificitate relativă, întîlnindu-se la mai multe specii gazde din anumite familii și chiar clase. Dar și la acești paraziți cu specificitate relativă se constată o preferință pentru anumite gazde care pot fi considerate principale, deoarece le utilizează în mod obișnuit, celelalte gazde fiind parazitate mai rar. De exemplu, oaia este gazdă principală pentru *Fasciola hepatica*, alte gazde sînt suplimentare iar la om se întîlnește doar accidental. Adesea parazitul este mai puțin dăunător pentru gazdele principale cu care trăiesc în asociație din timpuri străvechi, dar produce afecțiuni destul de grave la gazdele mai noi, întîmplătoare.

Cunoașterea tuturor gazdelor este deosebit de importantă, deoarece în aplicarea măsurilor de combatere trebuie luate în considerare toate sursele de infecție.

Mijloace și mecanisme de apărare ale gazdelor împotriva paraziților. La acțiunea paraziților gazdele nu rămîn indiferente, ci răspund prin numeroase și variate reacții de autoapărare. Printre cele mai simple acțiuni sînt unele pe care le putem observa ușor la diverse animale care încearcă să se debaraseze de ectoparaziți alungîndu-i cu coada, îndepărtîndu-i cu laba sau culegîndu-i cu ciocul. Pe lîngă aceste manifestări, organismele posedă o largă gamă de însușiri și mecanisme care le apără de agenții patogeni. Principalele mijloace de apărare sînt rezistența

și imunitatea, fenomene care se întîlnesc atît la plante, cît și la animale. Deși fenomenul este unitar în toată lumea vie, există deosebiri între modul de reacție al organismelor animale în comparație cu cele vegetale, aceasta decurgînd din deosebirile structurale dintre plante și animale: structura membranei celulare diferită, prezența la animale a sîngelui și limfei care favorizează circulația factorilor imunologici, existența la animale a sistemului nervos central cu rol în reglarea tuturor funcțiilor și lipsa unui astfel de sistem la plante. Cu toate aceste deosebiri, atît la plante cît și la animale se întîlnesc două fenomene principale: 1) *rezistența naturală* (care la animale și om se mai numește imunitate naturală) și 2) *imunitatea cîștigată*. Imunitatea (de la latinescul *immunus* = scutit de orice obligații) este starea de nereceptivitate sau rezistență a unui organism la infecția cu un anumit agent patogen, față de care atunci cînd a pătruns în corp se declanșează reacția de imunitate prin care reușește să oprească invazia, să împiedice multiplicarea, să distrugă agentul infecțios, să neutralizeze și să elimine toxinele produse de agentul respectiv. Prin rezistență sau imunitate naturală se înțelege capacitatea unui organism de a nu se infecta sau a nu se îmbolnăvi atunci cînd vine în contact cu un anumit agent patogen. Este o însușire înnăscută ce se transmite ereditar la urmași ca și alte caractere ale speciei respective.

Imunitatea naturală la om și animale se realizează prin mecanisme existente în organism, de natură mecanică și chimică. Barierele mecanice reprezentate de piele și mucoase constituie factori importanți împotriva invaziei microorganismelor parazite. Acestea sînt adevărate linii de apărare atunci cînd sînt intacte, nelezate. Microorganismele ar putea pătrunde ușor prin mucoasele oculare, ale căilor respiratorii, mucoasele intestinale și genito-urinare, dar drumul lor este barat de acțiunea chimică și mecanică a mucoaselor respective. În căile respiratorii superioare pătrund numeroase microorganisme. S-a calculat că în 24 de ore omul inhalează 150 000 de bacterii, o bună parte dintre ele fiind patogene. Dintre bacteriile inhalate numai un foarte mic număr trec de barierele mecanice și chimice. De asemenea, diferite secreții ale unor organe (lacrimile, saliva, mucusul intestinal) îndepărtează în permanență microorganismele parazite. În compoziția chimică a unor produse de secreție ale omului și animalelor sînt substanțe cu acțiune nocivă asupra paraziților. Secrețiile glandelor sudoripare și sebacee, de pildă, au un *p*H foarte acid, nefavorabil pentru numeroase specii de microorganisme. În stomac pătrund odată cu alimentele multe microorganisme patogene a căror acțiune dăunătoare este împiedicată de sucul gastric și în special de acidul clorhidric din acest suc. În serul sanguin, lacrimi, secreții nazale, salivă se află o substanță proteică numită *lizozim* care degradează diverse substanțe din peretele celular al unor microorganisme determinînd liza acestora.

Uneori reacțiile de imunitate înnăscută nu sînt evidente, dar ele există totuși. De pildă, imunitatea naturală față de viermii intestinali (helminți) se manifestă prin reacții ale gazdei care determină reducerea duratei de viață a paraziților, reducerea dimensiunilor corpului, scăderea numărului de ouă și a viabilității larvelor.

Unul din mecanismele importante ale rezistenței îl reprezintă procesul de fagocitoză. Fagocitoza a fost descoperită în 1882 de I. Ilici Mecinikov, fiind realizată de celule pe care le-a denumit fagocite. Fagocitele sînt elemente celulare sanguine, sau se află răspîndite în țesuturi, ele au capacitatea de a înglo-

ba și digera microorganismele patogene intrate în organism.

Există și unii factori pasivi de apărare a organismului. Temperatura corpului unor specii le conferă rezistență, de pildă, broaștele sînt rezistente la tetanos datorită temperaturii scăzute a corpului; experimental însă s-a produs boala atunci cînd animalele au fost încălzite pînă ce temperatura corpului a ajuns la 37°C.

Invazia paraziților în corpul gazdelor declanșează reacții complexe, celulare, tisulare și umorale. Celulele în care pătrund paraziții își măresc volumul ca rezultat al acțiunii mecanice și chimice exercitate de parazit, precum și modificării metabolismului celulei gazdă care este obligată să asigure hrana necesară invadatorului. Uneori larvele parazitului sînt înconjurate de capsule conjunctive elaborate de gazdă, care izolează parazitul de țesuturile sănătoase din jur. În capsule se pot depune săruri de calciu și astfel apar niște formațiuni tari în jurul parazitului și de multe ori chiar parazitul care se află în interior se calcifică. Adesea stadiile active, în special ale unor ectoparaziți, determină formarea de gale sau zoocecidii în jurul lor. Parazitul comunică cu exteriorul printr-un mic orificiu.

Tot ca o reacție de răspuns la invazia unor paraziți (trematode și cestode) sînt perlele naturale produse de lamelibranhiatele *Meleagrina margaritifera* din apele marine și *Margaritana margaritifera* care trăiește în apele dulci. Larvele paraziților pătrund între valve și corpul scoicii, iar aceasta acoperă musafirul nepoftit cu mai multe straturi de sidef, rezultînd minunatele perle atît de apreciate ca obiecte de podoabă. Ele sînt, în general, mici de cîțiva milimetri și numai rareori depășesc 1 cm. De fapt, secreția carbonatului de calciu din care iau naștere

perlele este stimulată nu numai de paraziți, ci și de alte corpuri străine, de pildă, de firișoare de nisip.

Imunitatea dobîndită este o însușire individuală căpătată de organism în cursul vieții, în mod natural (activ), în urma unei infecții, sau artificial, cîștigată prin vaccinare sau injectare de seruri imunizate. Deci imunitatea dobîndită s-a constituit sub acțiunea unui stimul specific care este agentul patogen sau produsele lui biologice. Cu toții știm că o persoană care a fost bolnavă de variolă, varicelă, oreion etc. nu se mai îmbolnăvește niciodată. Are deci imunitate dobîndită natural, care-i conferă o protecție specifică și foarte solidă. În alte cazuri de imunitate dobîndită organismul este protejat doar un anumit timp. De pildă, copiii care au suferit de scarlatină sau difterie, după cîțiva ani, dacă vin în contact din nou cu agenții patogeni se îmbolnăvesc, dar fac o formă de boală mai puțin gravă.

Care este mecanismul imunității? Parazitul ajuns în organism acționează ca antigen stimulînd formarea, în anumite celule specializate, și trecerea în sînge și umori a substanțelor numite anticorpi. Anticorpii sînt substanțe proteice de natură gamaglobulinică, denumite și imunoglobuline, a căror sinteză are loc deci în organismul uman sau animal sub acțiunea unui antigen (substanțe macromoleculare străine), și care reacționează specific cu antigenul care a indus formarea lor. Sinteza anticorpilor are loc în măduva osoasă și în splină. Anticorpii au un rol imens în apărarea organismului față de infecțiile cu virusuri, bacterii, protozoare. Anticorpii au o mare specificitate, ei se combină doar cu antigenul care a stimulat formarea lor.

Imunitatea dobîndită artificial este o stare de nereceptivitate la un anumit agent patogen obținută prin injectarea unor vaccinuri ce conțin germeni vii

cu virulență atenuată, germeni omorîți sau toxinele lor și care au capacitatea de a stimula organismul să producă anticorpi. Imunitatea dobîndită artificial poate fi realizată și pasiv prin introducerea în corp a unui ser imun obținut de la un animal imunizat activ, prin vaccin sau boală.

Rezistența naturală a plantelor. Cercetările privind rezistența și imunitatea plantelor au fost precedate și stimulate de rezultatele obținute în zooimunologie. Referitor la utilizarea termenului de imunitate în patologia vegetală se duc și astăzi discuții între cercetători. Unii consideră că trebuie folosit doar în cazul rezistenței dobîndite în urma atacului cu agentul infecțios, alții propun să fie utilizat ca în zooimunologie, în toate situațiile în care se manifestă starea de nereceptivitate la îmbolnăvire (V. A. Rubin, E. V. Arțihovskaia, V. A. Akeenova, 1975), iar o a treia propunere este ca în regnul vegetal să se folosească numai termenul de rezistență naturală și rezistență dobîndită, avîndu-se în vedere deosebirile dintre factorii ce conferă imunitatea la plante față de cei din regnul animal (A. Săvulescu și V. Eșanu, 1966). Noi vom utiliza în cele ce urmează împărțirea în cele două categorii: rezistență naturală și imunitate dobîndită, clasificare cu cea mai largă acceptie.

Rezistența naturală înnăscută, ereditară, este o proprietate de specie, cu variații foarte mici de la un individ la altul, ce s-a format în urma unui proces îndelungat de adaptare evolutivă a plantelor în contact cu agentul patogen. Deși în ceea ce privește interrelațiile gazdă—parazit, fenomenele în general sînt comune regnului animal și vegetal, există și unele diferențe foarte importante. Diferențele se pot constata chiar de la prima fază a contactului parazitului cu gazda, de la modul de pătrundere în

organismul gazdă. La plante majoritatea agenților patogeni pătrund activ în interior prin străpungerea membranei celulelor epidermale, fiind nevoiți să învingă rezistența țesuturilor epidermale care adesea prezintă la exterior o cuticulă ce reprezintă prima barieră în calea paraziților. După pătrunderea în plantă, pentru a se răspîndi, parazitul trebuie să învingă în continuare rezistența membranelor celulare ce pot fi incrustate cu lignină, suberină etc. Așa se explică incapacitatea unor grupe de bacterii patogene la animale de a ataca plantele, ele neputînd trece de barierele naturale cu care sînt înzestrate organismele vegetale. O altă deosebire este aceea că factorii de mediu influențează în mai mare măsură gradul de rezistență și sensibilitate a plantelor, deoarece fiind lipsite de un mecanism central de reglare a mediului intern sînt supuse unor variații foarte mari ale factorilor externi.

La plante proprietățile anatomomorfologice în numeroase cazuri au un rol deosebit sau chiar esențial în rezistența plantei la infecție, sau la răspîndirea agentului patogen în țesuturi și deci la extinderea bolii. Așa, de exemplu, germinarea sporilor la multe specii de microorganisme parazite necesită prezența unei umidități foarte mari sau chiar a picăturilor de apă și în acest sens portul plantei are un rol în crearea condițiilor de umiditate favorabile sau nefavorabile pentru agentul patogen. Astfel soiurile de cartof cu tufă laxă, cu frunziș rar sînt mai puțin expuse la infecția cu *Phytophthora infestans*. La fel soiurile de fasole cu tufă erectă și frunze puține sînt mai rezistente la antracnoza produsă de *Colletotrichum lindemuthianum*, deoarece aceste plante permit o aerisire bună în jur și astfel umiditatea nu stagnează în interiorul tufei. În faza de pătrundere a paraziților în țesuturile plantei, rezistența

depinde de particularitățile anatomice ale plantelor. În cazul paraziților care pătrund activ direct în plantă, grosimea cuticulei poate constitui uneori un factor de rezistență mecanică. Strugurii cu cuticulă groasă au o rezistență sporită la atacul de *Botrytis* care produce putregaiul cenușiu al strugurilor, după cum soiurile de meri și peri ale căror fructe au cuticula groasă sînt mai rezistente la putregaiul cauzat de *Monilinia*. Cercetări mai recente au pus în evidență faptul că stratul de ceară și cuticula nu sînt doar bariere mecanice, ci au și acțiune chimică fungicidă. Din cuticulă s-a extras acidul cutinic cu acțiune fungicidă. Experimental s-a constatat că ceara extrasă din cetina de *Pinus* inhibă germinarea sporilor și creșterea miceliului unor ciuperci. Nu se poate face totuși o corelare strictă, pentru toate speciile de plante gazde, între grosimea stratului cuticular, conținutul în ceară și cutină și rezistența la îmbolnăvire.

De asemenea, stomatele reprezintă porți de intrare a paraziților, deci numărul și dimensiunea deschiderii stomatelor, precum și constituția lor joacă un rol în pătrunderea agenților infecțioși.

Unele specii de paraziți pătrund în plante prin porțiuni lezate și în acest caz plantele care au capacitatea de a forma un periderm de rană constituit din mai multe straturi de celule prezintă o rezistență mai mare, deoarece agenții patogeni nu pot străbate acest periderm.

Conținutul în siliciu al țesuturilor plantei a fost corelat la unele specii cu rezistența lor la atacul erizifaceelor iar în cazul orezului cu rezistența față de *Piricularia oryze* care produce arsura orezului, boala cea mai gravă a acestei plante. Îngroșarea membranelor celulare prin creșterea conținutului de celuloză reprezintă tot un factor de rezistență mecanică.

În afară de barierele mecanice pe care plantele le opun paraziților, ele posedă o serie de însușiri chimice și fiziologice cu rol în rezistența față de unele boli. Rezistența fiziologică poate fi pasivă, atunci cînd ea reprezintă rezultatul însușirilor chimice și fiziologice pe care le posedă planta independent de prezența agentului patogen, deci se datorește unor factori care nu sînt determinați de acțiunea directă dintre gazdă și parazit, și activă cînd apare postinfecțional, ca o consecință a contactului direct între parazit și constituenții celulari vii ai gazdei. În ultimul caz, interrelațiile partenerilor duc la declanșarea unui complex de reacții citologice și chimico-fiziologice cu rol de a împiedica dezvoltarea și răspîndirea parazitului.

Dintre factorii implicați în rezistența pasivă un rol important se acordă compoziției chimice specifice fiecărei specii sau varietăți. De pildă, s-a stabilit o legătură directă între conținutul de glucide al unor plante și sensibilitatea lor la anumite boli. De exemplu, boabele de struguri sînt mai sensibile la atacul de *Botrytis* pe măsură ce crește concentrația de glucide în ele. De asemenea, soiurile de grîu cu un conținut mai mare în glucide sînt sensibile la atacul ciupercilor ce produc rugini. O situație similară s-a înregistrat și în legătură cu concentrația de substanțe azotate. Unii factori de creștere (vitamina B_1, biotina, acidul pantotenic) au un rol important în rezistența sau sensibilitatea plantelor față de unele ciuperci care nu-și pot sintetiza singure vitaminele necesare. Plantele deficitare în vitaminele absolut necesare unor astfel de paraziți nu le pot asigura condiții de dezvoltare și în consecință sînt rezistente la îmbolnăvire. Acizii organici din plante le pot conferi rezistență față de unele boli bacteriene, în schimb dezvoltarea ciupercilor — care sînt organis-

me acidofile — nu este împiedicată de conținutul crescut în acizi.

În celulele plantelor au fost puse în evidență unele substanțe cu acțiune inhibitoare asupra paraziților care fie că împiedică pătrunderea în plantă, fie că inhibă dezvoltarea lor în țesuturile gazdei. Din acest grup se cunoaște acțiunea unor pigmenți (antocianici), a fenolilor, alcaloizilor, uleiurilor eterice și a antibioticelor. Antibioticele din plantele superioare au fost numite fitoncide. Astfel de substanțe s-au pus în evidență în țesuturile a numeroase plante. Ele au acțiune bactericidă și bacteriostatică, fungicidă și fungistatică.

Am văzut la începutul capitolului că în zooimunologie se cunosc niște substanțe—anticorpi cu acțiune asupra agenților patogeni. Și în celulele plantelor s-au descoperit unele substanțe cu rol în rezistență și care au fost numite pseudoanticorpi. După modul lor de acțiune, există trei categorii de pseudoanticorpi: pseudolizine cu acțiune litică asupra bacteriilor, pseudoprecipitine care produc precipitarea bacteriilor și pseudoaglutinine cu rol de aglutinare a bacteriilor fitopatogene, acestea din urmă avînd rolul cel mai mare în rezistența plantelor față de îmbolnăvirile bacteriene. Pseudoanticorpii sînt prezenți în plante în mod natural înainte de infecție. Numele le-a fost dat prin analogie cu anticorpii de la om și animale cu care se aseamănă ca acțiune, dar de care se deosebesc prin mai multe caractere. Sînt răspîndiți în mod neuniform în plantă, sînt nespecifici și termolabili. Acțiunea lor împotriva agenților patogeni este mai redusă decît a anticorpilor, limitîndu-se doar la o slăbire a paraziților asupra cărora pot acționa mai eficient alte mijloace de apărare ale gazdei.

În cadrul cercetărilor privind interacțiunea gazdă—parazit, în ultimii ani un interes deosebit s-a acordat studiilor referitoare la substanțele toxice eliminate de microorganismele patogene și reacțiile gazdei menite să le anihileze. Cercetările pe această linie au progresat mult în ultimul sfert de veac. Au fost izolate și studiate din punct de vedere fizico-chimic precum și al mecanismelor de acțiune o serie de toxine: licomarasmina, acidul fusaric, acidul alternaric, victorina, piricularina, patulina ș. a. Numeroase experiențe au arătat că arma principală a microorganismelor patogene o constituie toxinele, pe care acestea le elaborează ca rezultat al metabolismului lor. Rezistența plantelor față de agenții patogeni este condiționată de capacitatea lor de a anihila acțiunea compușilor toxici și de a asigura astfel continuarea activității metabolice normale a țesuturilor.

Toxinele elaborate de organismele fitopatogene au fost grupate în trei categorii, după diferitele lor însușiri. *Patotoxinele* sînt acelea care atunci cînd se aplică pe o plantă sănătoasă, în concentrația în care se găsesc în planta bolnavă, se reproduc simptomele caracteristice; o altă grupă o constituie *fitotoxinele*; acestea se deosebesc de primele prin aceea că nu reproduc, în planta în care sînt inoculate, toate simptomele declanșate de agentul patogen din care au fost extrase. O a treia categorie sînt *vivotoxinele* care se formează numai după pătrunderea agentului patogen în plantă. În plantele parazitate, sub acțiunea toxinelor, se formează niște substanțe de apărare numite *fitoalexine*, cu acțiune fungitoxică.

Referitor la reacțiile de apărare ale plantelor, față de condițiile nou create de parazitul care a pătruns în țesuturi, știința dispune astăzi de multe date. Printre reacțiile cu caracter mai general se numără

intensificarea schimburilor de gaze în procesul de respirație celulară în plantele atacate, aceasta fiind în strînsă legătură cu intensificarea activității enzimatice de oxidoreducere. Un rol important în apărarea organismului vegetal îl are sistemul de fermenți oxidanți, prin care se anihilează acțiunea dăunătoare a toxinelor elaborate de parazit. După unele cercetări, oxidazele pot distruge diferite toxine ale microorganismelor parazite. De asemenea, polifenoloxidaza s-a dovedit a avea un rol deosebit în apărarea organismului față de agenții patogeni. Numeroase experiențe au arătat că activitatea acestei enzime se intensifică considerabil la plantele infectate cu unele specii de bacterii și ciuperci.

Un alt tip de reacție de apărare a gazdei este așanumita reacție de hipersensibilitate. Aceasta reprezintă un complex de reacții biochimice îndreptate împotriva parazitului sau a toxinelor lui. La soiurile rezistente, după ce are loc pătrunderea agentului patogen în țesuturi, se produce la locul infecției necrozarea celulelor și moartea lor. Se consideră că acest tip de reacție are rol de apărare în cazul paraziților obligați care, neputîndu-se hrăni decît cu țesuturi vii, mor foarte repede cînd celulele gazdei s-au necrozat și astfel planta nu este invadată de parazit. Totuși s-au pus în evidență astfel de reacții și în cazul unor paraziți facultativi care mor sub acțiunea compușilor toxici (Müller, 1959). Planta reacționează violent elaborînd fitoalexine care omoară parazitul.

Imunitatea dobîndită la plante ca și la animale este o stare de rezistență la boală pe care organismul o cîștigă în urma unei infecții naturale, a vaccinării, sau prin inocularea unui ser imunizat. Prima

lucrare care tratează o astfel de problemă este cea a lui J. Ray (1901), apoi a lui N. Bernard (1904) la care s-au adăugat altele, dar o recunoaștere a fenomenului a avut loc abia după publicarea lucrărilor cercetătorilor Carbone și Arnaude care au efectuat numeroase experiențe privind imunitatea vaccinală la plante, experimentînd cu bacterii și ciuperci.

Imunitatea vaccinală este o reacție de imunitate activă, ea se poate obține utilizînd mediul de cultură al parazitului, acesta conținînd produși ai activității sale biologice, sau se utilizează chiar parazitul cu virulență atenuată spontan sau prin încălzire. Acești factori imunizanți se pot introduce în plantă prin sistemul radicular, prin injectare sau prin aplicare la suprafața plantelor. Vaccinarea este folosită doar experimental pentru elucidarea problemelor de imunitate. Procedeele de vaccinare nu pot fi deocamdată extinse în practica agricolă de cîmp datorită dificultăților de aplicare, deși rezultate pozitive s-au obținut atît în experiențele cu virusuri, cît și cu bacterii și ciuperci fitopatogene.

Imunitatea dobîndită ca rezultat al unei îmbolnăviri spontane suferite este un fapt demonstrat experimental. O plantă după ce a fost infectată cu un agent patogen și s-a îmbolnăvit, dacă este inoculată din nou cu parazitul respectiv, manifestă rezistență la superinfecție. În cazul infectării cu diferite virusuri s-a pus în evidență formarea în planta gazdă a unui factor care conferă rezistență țesuturilor din jurul punctului de inoculare, pe o anumită distanță, la o nouă infecție. Sela și alții (1965) arată că în sucul celular al plantelor din zona care a dobîndit imunitate se află un factor antivirotic cu proprietăți asemănătoare cu interferonul din imunitatea antivirală de la om și animale. Referitor la mecanismele de acțiune a factorului antiviral, s-a emis ipoteza că aces-

ta inhibă procesul de multiplicare a particulelor virale. De asemenea, s-a demonstrat apariția imunității postinfecționale în cazul unor bacterii și ciuperci fitopatogene.

Spre deosebire de imunitatea din regnul animal, cu un caracter specific și general, în regnul vegetal reacțiile sînt locale, pe o zonă mai mult sau mai puțin întinsă în jurul locului de infecție și nu conferă imunitate întregului organism; imunitatea dobîndită la plante nu asigură protecție pe toată viața, ea este vremelnică; sub acțiunea unui parazit iau naștere substanțe de apărare care adesea nu acționează specific numai împotriva agentului patogen ce a declanșat formarea lor, ci și asupra altor paraziți.

Cercetările de genetică, în ultimii ani, au dus la descoperiri foarte interesante cu privire la rezistența și imunitatea plantelor. S-a constatat că plantele posedă o multitudine de gene care le conferă rezistență față de paraziți. La cartof, de pildă, s-au identificat 9 gene de rezistență numai față de *Phytophthora infestans* care produce mana, iar la grîu 20 de gene de rezistență față de rugina neagră. Soiurile care nu conțin gene de rezistență la un anumit parazit sînt atacate de parazitul respectiv. Reacțiile de apărare ale organismului se realizează sub acțiunea genelor de rezistență. De pildă, fitoalexina se formează sub controlul genelor (Diacov, 1969).

Studiile în acest domeniu deschid un cîmp vast, cu mari perspective în obținerea unor soiuri rezistente la diferiți paraziți. Cercetările de inginerie genetică (bioinginerie) sînt abia la început și totuși s-au realizat deja pași foarte importanți în obținerea unor soiuri rezistente. În 1956 geneticianul american E. R. Sears a transferat gena de rezistență la

rugina brună a grîului produsă de *Puccinia recondita* de la graminea spontană *Aegilops umbellulata* la grîu, obținîndu-se pe această cale grîu rezistent la rugina brună. Un alt cercetător, A. Wienhues (1966), a obținut grîu rezistent la rugina brună și galbenă (ultima produsă de *Puccinia striiformis*) transferînd gene de rezistență de la pir (*Agropyron intermedium*).

2. Originea și evoluția parazitismului

Este un domeniu care a preocupat pe numeroși cercetători ai lumii vegetale și animale, deoarece se încadrează în problemele mari ale biologiei privind evoluția organismelor vii pe Terra. În prezent, majoritatea cercetătorilor sînt de acord că imensa și variata lume a paraziților își au originea în organismele saprofite. Căile prin care acestea s-au adaptat la viața parazitară sînt foarte diverse.

Un studiu amplu privind originea și evoluția parazitismului s-a întreprins asupra ciupercilor, dat fiind că în acest grup de organisme sînt numeroase specii parazite cu importanță economică foarte mare, iar clarificarea diverselor aspecte din biologia ciupercilor permite elucidarea unor complexe probleme teoretice, cum sînt cele referitoare la adaptarea și evoluția organismelor. Printre cercetătorii care au adus un aport important în acest domeniu se numără Noël Bernard, Gäumann, Naumov, Kursanov și în mod deosebit trebuie menționat Kuprevici care a prezentat o concepție nouă cu privire la parazitismul ciupercilor în lucrarea sa, *Fiziologia plantei bolnave în legătură cu problemele generale de parazitism*.

În lipsa dovezilor paleontologice privind originea și evoluția parazitismului la ciuperci, s-a recurs la dovezi indirecte bazate pe datele cunoscute de morfologie și biologie a ciupercilor. Vom expune doar cîteva din dovezile care arată că formele parazite derivă din formele saprofite.

— Micoparazitismul (ciuperci parazite pe alte ciuperci) este o dovadă evidentă a faptului că inițial au existat speciile saprofite pe care unele dintre ele s-au adaptat să trăiască parazitar utilizîndu-le ca sursă de hrană. În cazul în care speciile parazite fac parte din unități sistematice apropiate filogenetic, dovada caracterului secundar al parazitismului este și mai convingătoare. De exemplu, speciile genului *Nictalis* sînt parazite pe specii de *Lactarius* și *Russula.*

— Cercetările de morfologie comparată și biologie a unor grupe de ciuperci au pus în evidență următorul fapt. Sînt cazuri în care pe aceeași gazdă trăiesc specii de ciuperci aparținînd la două genuri diferite care nu se deosebesc morfologic, dar între care există o mare diferență în ceea ce privește modul de nutriție. De pildă, *Septoria petroselini* atacă frunzele vii de pătrunjel producînd boala numită septorioză, în timp ce specia *Rabdospora nebulosa* trăiește pe tulpinile uscate de pătrunjel avînd o nutriție saprofită. Din punct de vedere morfologic cele două specii sînt identice, dar modul de hrănire este total diferit. Uneori pot fi întîlnite concomitent pe aceeași plantă, dar în mod constant una pe țesuturi vii, cealaltă pe porțiuni moarte din plante. Pe de altă parte, numărul speciilor de *Septoria* este mult mai mare decît al celor de *Rabdospora,* ceea ce, conform tezelor fundamentale ale selecției naturale, demonstrează că speciile parazite de *Septoria* sînt mai

tinere filogenetic. Aceasta dovedește că formele saprofite s-au adaptat secundar la nutriția parazitară.

— În ontogeneza multor specii parazite există un stadiu saprofit care este chiar stadiul de bază. De pildă, speciile genului *Venturia (Endostigme)* trăiesc ca parazite în stadiul conidian, dar în perioada de formare a periteciilor și ascelor sînt saprofite.

Majoritatea speciilor parazite pot fi cultivate în laborator pe medii artificiale (excepție fac doar cele parazite obligat) unde parcurg tot ciclul de dezvoltare, ceea ce este încă o dovadă că strămoșii lor au avut un mod de nutriție saprofit. Cercetătorul Naumov a emis o ipoteză interesantă cu privire la originea parazitismului la ciuperci. El presupune că strămoșii diferitelor specii parazite aveau o nutriție saprofită trăind pe țesuturile moarte ale unor plante. În zona dintre țesutul lipsit de viață și cel viu, organismele s-au adaptat să utilizeze în nutriția lor aceste țesuturi vii, fapt ce s-a putut realiza pe baza însușirilor de variabilitate a sistemului de fermenți (enzime) extracelulari. Datorită acestei însușiri, sistemul de fermenți s-a modificat în sensul reducerii și specializării pentru substraturi vii, mult mai restrînsă în raport cu formele saprofite.

Există și ipoteza că în natură a avut loc hibridarea dintre diverse rase ale acelorași specii de ciuperci saprofite rezultînd rase fiziologice cu proprietăți noi capabile să atace țesuturi vii și să le utilizeze drept hrană.

În cadrul evoluției de la saprofitism spre parazitism s-a trecut prin mai multe trepte: paraziți facultativi, saprofiți facultativi, paraziți obligați. Ultima categorie cuprinde cei mai evoluați paraziți, cu o strictă specializare la o anumită specie sau la un grup restrîns de specii de plante gazde. Ei au pierdut total capacitatea de a utiliza substraturi lipsite de

viață. La paraziții obligați patogenitatea este mai scăzută decît la cei care se află pe trepte inferioare ale parazitismului. Acțiunea lor de distrugere asupra gazdei este mai mică, ajungîndu-se astfel la o conviețuire.

Și în regnul animal parazitismul reprezintă o adaptare la mediu a organismelor. Căile prin care s-a realizat această adaptare sînt multiple. Astfel, strămoșii unor ectoparaziți actuali ai păsărilor și mamiferelor erau probabil organisme libere căutîndu-și hrana și în cuiburile păsărilor sau în adăposturile mamiferelor unde găseau resturi organice din abundență. Treptat s-au adaptat să treacă și pe corpul viețuitoarelor respective, utilizînd pentru hrana lor diverse produse organice și chiar sîngele gazdei. Și endoparazitismul a apărut tot ca o adaptare la noile condiții. În cazul parazitismului facultativ, acest fapt este evident. Paraziții facultativi pot trăi ca saprofiți, dar ajungînd întîmplător odată cu apa sau hrana în organismul animal, trăiesc aici ca paraziți. Se presupune că și în cazul unor specii de insecte, depunerea ouălor în rănile animalelor vii, în oul sau larva altor insecte este rezultatul schimbării instinctului de pontă, inițial ouăle fiind depuse în diferite produse organice în putrefacție.

3. Virusurile, paraziți absoluți intracelulari

Virusurile au fost văzute la microscopul electronic și fotografiate abia după 1939, deși dovezi ale existenței unor boli virotice există cu 4000—5000 de ani în urmă. Variola, care este o boală virotică, a fost cunoscută din timpuri străvechi. Secole de-a rîndul ea a provocat omenirii suferințe imense, mai ales în timpul marilor epidemii, cînd se înregistra

o mortalitate impresionantă. În afară de variolă, paralizia infantilă, febra galbenă, gripa, febra aftoasă la animale, mozaicurile și necrozele plantelor etc. sînt toate boli virotice, unele dintre ele cunoscute de milenii. Ele sînt prezentate în scrierile vechi ca boli pustiitoare care făceau mari ravagii în diverse zone geografice. Încă acum 3000—4000 de ani popoarele din Asia Mică și China cunoșteau foarte bine unele caracteristici ale variolei. Se știa, de pildă, că vărsatul de vînt se poate lua de la un om bolnav la altul sănătos fie direct, stînd în apropierea lui, fie indirect, de la hainele bolnavului, sau inhalînd praful purtat de vînt în care se află particule din crustele de pe bolnav. O altă observație foarte corectă se referea la faptul că un om care a suferit de variolă și s-a vindecat nu se mai îmbolnăvește, ceea ce în termenii utilizați astăzi înseamnă „imunitate cîștigată" sau imunitate postinfecțională.

Louis Pasteur, în august 1884, anunța lumii, în cadrul unui Congres Medical Internațional, că reușise să prepare și să experimenteze cu succes un vaccin împotriva turbării. El arăta tot atunci că eforturile de a pune în evidență agentul patogen au rămas fără rezultat. Presupunea că este un microb foarte mic care nu poate fi observat cu mijloacele tehnice existente la acea vreme. Era, de fapt, primul vaccin împotriva unui virus, obținut cu mult înainte ca acesta să fie văzut.

Deși virusurile la om sînt acelea care au provocat epidemii catastrofale ce au zguduit omenirea în repetate rînduri, primul virus nu a fost descoperit la om, ci la plante. În anul 1887, tînărul botanist rus D. Ivanovski de la Universitatea din Petersburg a primit sarcina să studieze o boală a tutunului, numită popular de localnici reabuha. Era vorba de boala pe care noi o cunoaștem sub numele de mozaicul

tutunului, răspîndită acum în toate continentele și în toate țările în care se cultivă tutunul, inclusiv în țara noastră.

Cum se manifestă această boală? Pe frunzele plantelor atacate apar pete de decolorare de diferite dimensiuni iar în stadiul mai înaintat al bolii, în dreptul petelor țesuturile se necrozează, frunzele sînt asimetrice, deformate și îngroșate. Boala provoacă scăderea recoltei cu 20—30%. De asemenea, valoarea calitativă a tutunului este redusă.

Ivanovski, după un studiu care a durat cinci ani, prezintă rezultatul cercetărilor în 12 februarie 1892 la Academia de Științe din Petersburg, demonstrînd caracterul infecțios al bolii, precum și faptul că sucul extras din plantele bolnave și trecut prin filtrul bacteriologic Chamberland, prin care nu trec bacteriile, își păstrează proprietatea de a infecta alte plante sănătoase. Cu o suspensie lichidă obținută prin triturarea frunzelor de tutun cu mozaic și trecută prin filtru a badijonat plante sănătoase la care a indus boala. Ajunge la concluzia că boala este produsă de un „contagium vivum et corpuscularum". Deci agentul patogen al mozaicului tutunului era un microorganism viu, corpuscular. Din experiențele lui Ivanovski reiese clar că agentul patogen era infecțios, deoarece boala se putea transmite de la o plantă bolnavă la alta sănătoasă, dar nu putea fi izolat pe medii artificiale ca microorganismele cunoscute și nici văzut la microscop. Avea, desigur, dimensiuni foarte mici din moment ce putea fi trecut prin filtrul bacteriologic.

Beijerinck (1898), refăcînd experiențele lui Ivanovski, confirmă justețea rezultatelor, dar numește agentul patogen „Contagium vivum fluidum"; el sesizează deosebirile între agentul patogen descoperit și bacterii. Aceste cercetări deschid calea spre o

nouă știință: virusologia care, deși este conturată relativ recent ca știință de-sine-stătătoare, a evoluat cu pași gigantici. La dezvoltarea virusologiei savanții români și-au adus din plin contribuția, înscriindu-și numele printre pionierii acestei discipline.

Victor Babeș (1854—1926), întemeietorul microbiologiei la noi în țară, a făcut descoperiri deosebit de importante și în virusologie. Este continuatorul lui Pasteur în studiul turbării, cercetările sale fiind sintetizate în monografia *La rage*, publicată în 1912. Corpusculii Babeș-Negri, descoperiți de savant în sistemul nervos al animalelor care au murit de turbare, permit diagnosticarea bolii după moarte.

Savantul român Levaditi, împreună cu vienezul K. Landsteiner (laureat al Premiului Nobel în 1930), stabilește (1909) că agentul infecțios al poliomielitei este un virus. Se cunoștea încă de la începutul secolului nostru că virusurile nu se pot cultiva în laborator pe medii artificiale ca alte microorganisme. Era necesar să se găsească metode noi pentru cultivarea virusurilor. Ideea de a cultiva un virus pe celule vii a avut-o pentru prima dată în lume savantul român C. Levaditi, care reușește să cultive, în 1913, virusul poliomielitei în picătură suspendată pe celule din ganglionii spinali de maimuță. Tehnica de cultivare a celulelor vii în afara organismului fusese descoperită doar cu trei ani înainte (1910) de către doi cercetători de la Institutul Rockefeller din S.U.A., francezul Alexis Carrel și americanul M. T. Burrows. Prepararea pe culturi de celule a primului vaccin împotriva paraliziei infantile (J. E. Salk, 1954) își are, desigur, punctul de plecare în experiențele românului C. Levaditi.

Datorită importanței pe care o au virozele plantelor, mulți cercetători au studiat diverse aspecte privind structura și proprietățile virusurilor fitopato-

gene, relațiile virus-plantă gazdă, acțiunea diferiților factori asupra virusurilor, modul de transmitere. Se cunosc pînă în prezent peste 400 de specii de plante care pot fi atacate de virusuri.

Mozaicul tutunului, a cărei natură infecțioasă, după cum am văzut, a fost stabilită în 1892 de către cercetătorul rus Ivanovski, a constituit obiect de studiu pentru numeroși cercetători. Stanley (1936) obține, prin metoda precipitării fracționate, virusul mozaicului tutunului sub formă de cristale, iar Pflankuch și Ruska îl pun în evidență pentru prima dată în 1939 la microscopul electronic.

În ultimele decenii s-au descris multe boli virotice cu mare importanță economică, ce produc pierderi mari din recoltă. De pildă, cartoful suferă de mai multe boli virotice (mozaicul, încrețirea frunzelor, răsucirea frunzelor etc.) care pot cauza pierderi ce se ridică uneori la peste 50% din recoltă. De asemenea, porumbul, grîul, vița de vie, pomii fructiferi, tomatele, ardeiul, sfecla de zahăr, plantele ornamentale etc. sînt adesea atacate de virusuri, aceste îmbolnăviri reducînd foarte mult recolta.

Virusurile fitopatogene se transmit de la o plantă bolnavă la alta sănătoasă pe mai multe căi. Insectele (afide, cicade, ploșnițe, tripși etc.) au rolul principal în transmiterea bolilor virotice la plante. Insectele care posedă un aparat bucal pentru înțepat și supt iau virusul odată cu sucul pe care-l extrag din plantele atacate și apoi îl inoculează prin înțepare la alte plante sănătoase. Transmiterea prin material săditor este o cale de răspîndire foarte frecvent constatată. Tuberculii și bulbii recoltați de la plante bolnave vor da în continuare plante virozate. Altoirea este, de asemenea, un mijloc de transmitere foarte frecvent întîlnit în cazul virozelor de la pomii fructiferi. Este una din metodele utilizate și în transmiterea experimentală a virozelor. În timpul lucrărilor de întreținere a plantelor, omul vehiculează adesea virusurile de la o plantă la alta. Prin atingerea plantelor între ele, sub acțiunea vîntului sau în seră atunci cînd densitatea este mare, cele sănătoase pot fi infectate de la cele bolnave.

Răspîndirea în plantă se poate face fie prin parenchim, virusul trecînd de la o celulă la alta prin plasmodesme și în acest caz viteza este mică, fie prin vasele liberiene, mai rar prin cele lemnoase, cînd răspîndirea se realizează mult mai repede, virusurile fiind purtate odată cu seva în toată planta. În acest al doilea caz virusul mozaicului tomatelor, de pildă, circulă în plantă cu o viteză de 1—2 cm pe oră.

În plantele atacate de virusuri au loc modificări fiziologice, citologice și anatomomorfologice. Adesea se constată dereglări ale metabolismului energetic, respirația crește, intensitatea fotosintezei în general scade. Modificările citologice constau în deformarea nucleului, reducerea numărului de plastide, formarea unor incluziuni. Cel mai ușor de depistat sînt, bineînțeles, modificările anatomomorfologice, printre care frecvent întîlnite sînt: mozaicul (pete verzui, galbene sau albicioase, care alternează cu zone de culoare normală), pătarea inelară a frunzelor, cloroza frunzelor, formarea unor țesuturi anormale, deformări ale organelor (încrețirea și răsucirea frunzelor, asimetria frunzelor, atrofia limbului etc.).

La întrebarea ce sînt virusurile? savantul francez Lwoff, laureat al Premiului Nobel, dă în 1970 următoarea definiție: „Virusurile sînt entități infectante nucleoproteice, potențial patogene, posedînd un singur tip de acid nucleic, ce se reproduc prin materialul lor genetic. Ele sînt incapabile de creștere, de diviziune, nu-și pot sintetiza un sistem propriu de

energie avînd nevoie pentru a se reproduce de ribozomii celulei gazdă pe care o parazitează".

Descoperirile tehnice din ultimele decenii au permis cercetătorilor să izoleze, să purifice și să facă studii complexe, privind structura virusurilor și relațiile dintre acești paraziți cu un parazitism absolut și gazdele lor. S-au clarificat numeroase probleme cu privire la virusuri și totuși au mai rămas și astăzi aspecte controversate. De pildă, problema dacă virusurile aparțin materiei vii sau sînt entități fără viață suscită vii discuții între virusologi. Argumente sînt de partea ambelor tabere, totuși se pare că cercetările cele mai recente aduc dovezi suficiente pentru a îndreptăți pe adepții ideii că virusurile aparțin materiei vii să susțină hotărît că ele sînt „cele mai simple forme dotate cu viață ..... virusurile sînt unitățile la limita vieții, dar dotate cu viață și sînt în plus unități infectante, capabile să producă îmbolnăviri la oameni, animale, plante și chiar microbi"[1].

4. Micoplasme (Mycoplasma) parazite

Mulți reprezentanți paraziți se află în grupul de microorganisme denumite micoplasma, nume dat de Breed[2] și colaboratori în 1957. Existența unui organism din acest grup a fost pusă în evidență pentru prima dată în laboratorul lui Pasteur în anul 1898 de către Nocard și Roux[3], cu ocazia studierii unei

[1] N. CAJAL și R. IFTIMOVICI, *Din lumea virusurilor*, Editura științifică și enciclopedică, București, 1976.

[2] R. S. BREED și colab. în *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 7th ed., William et Wilkins, Baltimore, 914, 1957.

[3] E. NOCARD, E. R. ROUX, *Le microbe de la péripneumonie*, „Ann. Inst. Pasteur", 12, 1898.

boli foarte grave a vitelor, numită pleuropneumonie. După aproape un sfert de secol de la această dată, s-a izolat și descris un alt agent patogen, asemănător cu cel de la vite, la oile și caprele bolnave de „răsfugul alb", care produce tumefierea articulațiilor, a glandelor mamare și orbirea animalelor. Ulterior s-a constatat că din același grup de organisme fac parte agenții patogeni care produc pneumonia atipică la om (Enton și colab., 1944), precum și diferite afecțiuni la oi, capre și păsări (Drăghici și Ungureanu, 1971). Micoplasmele au fost, de asemenea, izolate din măduva osoasă a bolnavilor de leucemie.

Dar ce sînt micoplasmele? Sînt un grup de microorganisme unicelulare foarte eterogen ca morfologie. Aceeași specie prezintă forme sferoidale, hexagonale, ovoide și chiar filamentoase. Pe baza acestui polimorfism s-a emis ipoteza existenței unui ciclu de dezvoltare, problemă încă neelucidată. Celulele micoplasmelor conțin proteine, glucide, lipide, ADN și ARN, precum și un sistem enzimatic care le permite să aibă un metabolism propriu independent, fiind capabile să sintetizeze substanțe caracteristice propriului lor organism, din substanțe nutritive asimilate din mediu. Aceasta le conferă o mare superioritate față de virusuri care, fiind lipsite de echipament enzimatic, nu pot să crească și să se multiplice decît în celulele vii ale gazdelor utilizînd enzimele, ribozomii și aminoacizii celulei parazitate.

Micoplasmele pot crește pe medii de cultură îmbogățite cu substanțe proteice de origine animală.

Cercetătorii au fost foarte surprinși cînd au constatat, cu ajutorul microscopului electronic, prezența unor organisme de tipul micoplasmelor în plante

cu simptome descrise anterior ca fiind provocate de virusuri. Pentru a avea o certitudine asupra rolului micoplasmelor observate în țesuturile plantelor în producerea bolilor respective, era necesar să se izoleze microorganismul din plantele bolnave, să se cultive și să se reproducă boala prin infecții artificiale. Dar cultivarea micoplasmelor se realizează foarte greu și numeroasele încercări au rămas fără rezultat pînă în 1968 cînd s-a reușit cultivarea unei micoplasme izolate de Lin și Lee din trestia de zahăr. Ulterior s-au izolat și alte micoplasme din plante stabilindu-se cu certitudine legătura dintre acestea și diversele boli ale plantelor. La multe boli provocate de micoplasme s-a constatat că multiplicarea are loc în special în celulele vaselor liberiene (floemice). Ca rezultat al creșterii numărului de micoplasme, transportul sevei cu substanțe nutritive spre diferite organe este împiedicat și ca urmare plantele se ofilesc. Micoplasmele trec de la o celulă la alta prin porii plăcii ciuruite ce există între celulele vaselor liberiene. Referitor la mișcarea micoplasmelor din celulele vaselor liberiene în parenchim și în vasele lemnoase, cunoștințele sînt încă insuficiente.

Transmiterea bolii, în natură, de la o plantă la alta se face prin insecte și acarieni. Aceste organisme se numesc vectori. Vectorii micoplasmelor extrag sucul din vasele liberiene și odată cu el micoplasmele. După o perioadă de incubație în care timp parazitul se multiplică în insectă și se răspîndește în tot corpul ei, ajunge pînă în glandele salivare de unde poate fi introdus în alte plante sănătoase, direct în celulele vaselor liberiene, odată cu secrețiile salivare, atunci cînd insectele vectoare iau seva din vasele liberiene pentru a se hrăni cu ea.

Micoplasmele sînt cel mai nou grup de microorganisme descrise ca agenți patogeni ai plantelor. Bolile provocate de micoplasme poartă numele de micoplasmoze. Acestea sînt boli ce afectează planta în întregime, spre deosebire de majoritatea micozelor și bacteriozelor care sînt localizate doar la anumite organe. Simptomele se deosebesc de cele produse de virusuri, bacterii sau ciuperci și ele constau în: modificări de culoare a frunzelor, modificări de creștere, ofilirea plantelor, deformarea unor organe. Micoplasmele nu sînt boli apărute recent în natură, ele au existat cu secole în urmă, dar necunoscîndu-se natura modificărilor observate la plantele respective erau descrise adesea ca varietăți noi de plante și inserate în erbare. Alteori modificările cauzate de micoplasme au fost considerate cazuri teratologice și descrise ca atare, situație întîlnită nejustificat chiar și în ultimele decenii, după descoperirea micoplasmelor care produc diverse malformații la plante.

Printre micoplasmele plantelor întîlnite și la noi în țară se numără stolburul solanaceelor (care determină ofilirea cartofului, a vinetelor, ardeiului etc. și lignificarea fructelor de tomate), îngălbenirea aurie a viței de vie, proliferarea mărului, proliferarea și aspermia semincerilor de ceapă, filodia trifoiului, cloroza asterului etc.

În cadrul cercetărilor privind ultrastructura micoplasmelor de la plante s-a descoperit pentru prima dată în 1968 că micoplasmele pot constitui gazde pentru virusuri care determină liza celulelor gazde. Acest caz de hiperparazitism a fost descoperit la micoplasma ce produce nanismul trifoiului (P. Ploaie, 1968). Ulterior, astfel de virusuri au fost observate și în alte micoplasme de la plante și de la animale.

5. Bacteriile — paraziți pe diferite grupuri de viețuitoare

Numeroase boli provocate de bacterii parazite sînt cunoscute din cele mai vechi timpuri, dar etiologia lor a rămas necunoscută pînă la descoperirea microscopului cu ajutorul căruia bacteriile au putut fi văzute și studiate. Antony van Leeuwenhoek (1632—1723) este primul om care a reușit să vadă, cu un „microscop" construit de el, diferite microorganisme, printre care și bacterii. Observațiile lui sînt publicate în lucrarea *Tainele naturii descoperite cu ajutorul microscopului* (Arcana naturae ope microscopiorum detecta, 1675). Savantul francez L. Pasteur (1822—1895) pune bazele științifice ale microbiologiei. El arată cu claritate că orice boală infecțioasă se datorește activității unui microorganism specific ce se dezvoltă ca parazit în organismul parazitat. Victor Babeș (1854—1926) este autorul primului tratat de bacteriologie din lume, intitulat *Bacteriile și rolul lor în etiologia, anatomia și histologia patologică a bolilor infecțioase*, publicat în anul 1885.

Parazitismul la bacterii este în strînsă corelație cu modul lor de hrănire. După modalitățile de nutriție, o parte dintre bacterii sînt autotrofe, acestea avînd capacitatea de a sintetiza constituenți celulari proprii pornind de la surse anorganice de carbon și azot, iar o altă parte dintre ele (cele mai multe) sînt heterotrofe, acestea avînd nevoie de substanțe organice gata preparate de alte organisme pe care, descompunîndu-le în produși mai simpli, le utilizează în metabolismul lor. În această ultimă categorie sînt de asemenea două tipuri de nutriție. Unele folosesc substanța organică neanimată — acestea sînt saprofite, altele însă — cele parazite — nu pot crește decît pe seama țesuturilor vii. Cele mai multe bacterii

patogene sînt parazite, dar în anumite condiții și cele saprofite pot deveni patogene. După unii autori, există aproximativ 300 de specii patogene la om și animalele superioare (de exemplu, *Corynebacterium diphtheriae, Salmonella typhi, Bacillus antracis* etc.). La plante se cunosc peste 200 de specii patogene.

Localizarea bacteriilor în anumite organe și țesuturi este specifică pentru diferite specii. De pildă, vibrionul holeric este localizat în intestin, *Mycobacterium tuberculosis* (bacilul lui Koch) în plămîni. Rickettsiile sînt un grup de bacterii parazite obligatoriu intracelular. Unele dintre ele produc boli grave la om care determină o mortalitate foarte ridicată, de exemplu tifosul exantematic, febra Q etc. Rickettsiile sînt transmise de la un om la altul prin intermediul insectelor. Astfel, agentul patogen al tifosului exantematic *(Rickettsia prowazeki)* este transmis de păduchele de corp *(Pediculus vestimenti)*. Rolul păduchelui în transmiterea bolii a fost stabilit de Ch. Nicolle, Comte și Conseil, în 1909. Pînă la această dată, în timp de război și uneori chiar în vreme de pace, tifosul provoca mortalitate în masă. Descoperirea modului de transmitere a bolii a avut o mare însemnătate în stabilirea măsurilor de combatere.

În timp ce cunoștințele cu privire la bolile bacteriene ale omului și animalelor au progresat foarte mult în urma cercetărilor lui L. Pasteur și R. Koch, studiile bacteriozelor la plante au rămas mult în urmă. Mulți cercetători s-au opus cu înverșunare ipotezei cu privire la existența unor boli de natură bacteriană la plante. Prima boală bacteriană la plante — arsura merilor și perilor — a fost descrisă în anul 1881 de către Burril care a și stabilit natura agentului patogen. Apoi Erwin Smith publică un tratat în trei volume (1901—1914) în care descrie

bolile bacteriene ale plantelor cunoscute pînă atunci. După această valoroasă lucrare ce a pus bazele fitobacteriologiei nu s-a mai putut nega faptul că bacteriile pot produce boli la plante. Ele atacă atît plantele erboase, cît și cele lemnoase determinînd simptome caracteristice: hipertrofii, decolorări, pete diferit colorate, necroze, putregaiuri, ofilirea. Acest din urmă simptom se întîlnește în special la plantele parazitate de bacterii care circulă prin vasele conducătoare și se datorește unui mucilagiu produs de ele ce împiedică circulația sevei în plantă.

Dintre savanții români o contribuție deosebită la cunoașterea bolilor bacteriene ale plantelor a adus-o Tr. Săvulescu care a efectuat primele cercetări în acest domeniu la noi în țară și a publicat mai multe lucrări foarte valoroase. Printre cele mai frecvente bacterioze la noi sînt: putregaiul bacterian al verzei, gomoza bacilară a rădăcinilor de sfeclă, arsura merilor și perilor, cancerul pomilor fructiferi, ciuruirea bacteriană a frunzelor de sîmburoase, bacterioza fasolei, putregaiul umed al morcovului și al cartofului, cancerul bacterian al tomatelor, arsura tutunului și multe altele.

Bolile bacteriene ale plantelor sînt foarte grave, deoarece provoacă mari pierderi din recoltă. Este suficient să amintim în acest sens că putregaiul umed al tuberculilor de cartofi cauzat de bacteria *Erwina atroseptica* produce pagube care ajung pînă la 30—40% din producție, mai ales în anii cu veri și toamne ploioase. De asemenea, arsura tutunului, produsă de *Pseudomonas tabaci*, în unii ani, poate determina compromiterea totală a recoltei.

În afară de relațiile de parazitism cu macroorganismele se cunosc și multe cazuri de parazitism între bacterii și microorganisme. Astfel, ciupercile microscopice pot fi parazitate de bacterii micolitice

ce pătrund în filamentele de miceliu unde se înmulțesc pe seama conținutului celular al ciupercii. Aceste bacterii produc o enzimă numită chitinaza care descompune chitina din peretele celular al ciupercii și astfel determină liza filamentelor de miceliu și deci moartea lor.

Chiar bacteriile sînt adesea parazitate de alte specii de bacterii care pătrund în celulele bacteriene victime producînd liza acestora. Un exemplu tipic de bacterie endoparazită cu efect bacteriolitic este *Bdellovibrio bacteriovorus*, care se multiplică în celulele bacteriene gazde pe seama constituenților ei celulari. Există și specii de bacterii care produc liza altor populații bacteriene fără a pătrunde în interiorul celulelor și chiar fără a veni în contact direct cu acestea, ci prin elaborarea unor enzime proteolitice ce acționează asupra pereților celulari ai speciilor sensibile producînd liza peretelui iar conținutul celular eliberat este utilizat de bacteriile antagoniste, pentru creșterea și multiplicarea lor.

6. Parazitismul la ciuperci

Ciupercile sînt organisme eucariote unicelulare sau pluricelulare de dimensiuni variabile, de la microscopice pînă la cele cu fructificații ce pot depăși 25 cm și chiar 50 cm în diametru. Aparatul vegetativ este fie o celulă nudă fără membrană (gimnoplast) ca la Synchytriaceae, fie format din filamente (hife) neseptate, conținînd citoplasmă și mai multe nuclee (de exemplu, la cele mai multe Phylomycetes) sau filamentele sînt septate prin pereți transversali în celule (la majoritatea speciilor de Ascomycetes și la Basidiomycetes). La Saccharomycetaceae corpul este format dintr-o celulă cu membrană solidă, citoplas-

mă și nucleu. Membrana celulară la ciuperci este constituită din celuloză, hemiceluloză și la multe specii conține chitină. Poziția sistematică a ciupercilor în cadrul celorlalte grupe de viețuitoare este și astăzi controversată. O serie de caractere le apropie de plante, fapt ce a făcut ca ele să fie încadrate de Linné în lumea vegetală. Dar ele au caracteristici care le deosebesc foarte mult de grupele principale de viețuitoare, ceea ce a determinat pe mulți cercetători să revizuiască încadrarea lor între plante. Nu este cazul să dezvoltăm aici etapele acestei dispute, dar cert este că ciupercile au fost plasate într-un regn separat — regnul fungi (R. H. Wittaker, 1957) — pe baza faptului că organizarea și modul de nutriție al ciupercilor nu sînt asemănătoare cu ale plantelor. Nu toți specialiștii au adoptat acest punct de vedere, așa că problema rămîne încă deschisă.

Pentru a aborda problema parazitismului la ciuperci trebuie să ne amintim cîteva aspecte privind modul lor de nutriție; ciupercile nu pot asimila carbonul din bioxidul de carbon, de aceea ele sînt organisme heterotrofe care au nevoie pentru hrana lor de substanțe organice gata sintetizate de către alte organisme. Aceste substanțe organice le iau din substraturi lipsite de viață sau din organisme vii și legat de aceasta ele se împart în saprofite și parazite. Între aceste două categorii există o serie de moduri intermediare de nutriție. Ciupercile parazite care nu se pot dezvolta decît pe țesuturi vii se numesc parazite obligate. Între ciupercile parazite există însă un mare număr care în mod obișnuit au o nutriție saprofită, dar în anumite condiții pot ataca organisme vii hrănindu-se cu ele — acestea se numesc parazite facultative. În mod asemănător și în cazul ciupercilor saprofite, unele sînt saprofite obligate, care utilizează în nutriția lor numai substanțe organice lipsite de viață, iar altele trăiesc în mod obișnuit parazite și numai în anumite condiții pot trăi ca saprofite nutrindu-se cu substanțe organice lipsite de viață *(Phytophthora, Pythium, Sclerotinia)*.

Aspecte privind originea și evoluția parazitismului la ciuperci au fost tratate în cadrul problemelor generale de parazitism.

Numărul speciilor de ciuperci cunoscute pînă în prezent depășește 100 000, dar el este desigur mult mai mare dacă ținem seama că multe regiuni de pe glob sînt încă nestudiate din punct de vedere micologic. Numeroase specii de ciuperci saprofite au un rol pozitiv imens în natură și în viața omului. Ciupercile saprofite împreună cu bacteriile și actinomicetele descompun materia organică moartă provenită de la plante și animale, transformînd substanțele organice complexe în compuși simpli, pînă la bioxid de carbon, apă și diferite elemente minerale, asigurînd astfel reîncadrarea lor în circuitul trofic. Unele specii sînt comestibile, altele au o mare utilizare în industria alimentară și farmaceutică, iar mai recent unele specii cu mare capacitate de înmulțire pe medii artificiale reprezintă o sursă bogată de proteină, necesară în alimentația animalelor și a omului, obținută pe cale industrială. Procentul ciupercilor parazite care produc boli grave la plante, animale și om este însă destul de mare și în permanență se descoperă noi teritorii invadate de paraziți care și-au extins aria de răspîndire.

Înmulțirea ciupercilor se face prin fragmente de miceliu (înmulțire vegetativă) și prin organe numite, în general, spori care au totodată rolul de propagare și uneori servesc ca organe de rezistență. Forma, dimensiunile și culoarea lor variază cu specia, ei poartă denumiri diferite la diferite grupe de ciuperci.

Ciupercile trăiesc în toate mediile de viață: apă, aer, în sol, pe sol și în organismul altor viețuitoare. Ele manifestă adesea o mare rezistență față de diferiți factori ecologici. Longevitatea ciupercilor este diferită în funcție de specie, de factorii ecologici etc. De pildă, sporii de *Synchytrium endobioticum* și *Plasmodiophora brassicae* au fost găsiți viabili în sol după 10 ani, microsclerotii de *Verticillium albo-atrum* au rezistat 13 ani în sol sau în cultură, miceliul de *Helminthosporium sativum* în boabe de grîu a supraviețuit peste 15 ani iar cel de *Alternaria tenuis* 7 ani (Russell, 1958), oosporii de *Peronospora schleideni* (produce mana la ceapă) au fost găsiți viabili în sol după 10 ani (Mc Key, 1939). Cercetînd influența temperaturii asupra viabilității sporilor (conidiilor) la *Erysiphaceae (Erysiphe graminis, Sphaerotheca pannosa,* care produce făinarea trandafirului, și la *Podosphaera leucotricha,* agentul patogen al făinării mărului), Yarwood (1954) constată că între 0 și 10°C trăiesc 20 de zile iar între 30 și 40°C doar o zi. În solurile din regiunea arctică și antarctică au fost găsiți un număr considerabil de spori care pot rezista la temperaturi foarte scăzute. Enumerarea ar putea continua cu numeroase alte exemple atît pentru speciile parazite, cît și pentru cele saprofite, dar intenția nu este de a epuiza problematica longevității, ci doar de a demonstra prin cîteva exemple marea lor rezistență. Speciile cu miceliu și spori de propagare care nu au o rezistență prea mare la condițiile de mediu au în schimb posibilitatea să formeze organe de rezistență (scleroți, strome, rizomorfe), forme sub care pot parcurge unele perioade cu condiții neprielnice de viață. Dacă la capacitatea de supraviețuire în timp și în condiții neprielnice de viață adăugăm numărul imens de spori care la unele specii este de milioane și chiar miliarde, ca și marea

lor viteză de răspîndire ce se realizează prin diverse căi (vînt, apă, sol, animale și om), vom avea un tablou nu tocmai îmbucurător, dar real al posibilităților de extindere ale unor boli destul de grave pe care ciupercile le pot provoca.

Ciuperci parazite pe plante. Am văzut în capitolele anterioare bolile plantelor provocate de virusuri, micoplasme, bacterii. În cele ce urmează vom face cunoștință cu cîteva probleme privind ciupercile parazite pe plante.

Bolile plantelor cauzate de ciuperci sînt foarte numeroase și altele noi apar, necunoscute încă sau se extind cele existente. Toate grupele de plante — atît cele cultivate, cît și cele din flora spontană, de la algele unicelulare pînă la arborii de dimensiuni impresionante — pot fi atacate de ciuperci parazite provocîndu-le îmbolnăvirea. Bolile plantelor de cultură au fost cunoscute din cele mai vechi timpuri, deoarece ele provocau adevărate dezastre. Așa de pildă, ruginile grîului sînt semnalate încă din antichitate în lucrările lui Aristotel (384—322 î.e.n.) și Teofrast (372—287 î.e.n.) în care se menționează „rugina nimicitoare". Aceste scrieri vechi reprezintă documente din care reiese că bolile plantelor produceau pierderi imense de recoltă, ceea ce îndreptățea aprecierea lor ca fiind catastrofe, dezastre etc. Pe măsura descoperirii agenților care cauzează bolile, a modului de viață, a biologiei și ecologiei lor, deci paralel cu dezvoltarea științei și aplicarea rezultatelor în practică, pierderile din recoltă cauzate de paraziți fitopatogeni s-au redus treptat. Totuși și în epoca actuală plantele agricole sînt an de an atacate de ciuperci parazite, în toată lumea, provocînd în unele zone pagube foarte mari. Efectul total al bolilor este dificil de calculat, deoarece pierderile de recoltă se stabilesc pe agenți patogeni și culturi pentru diverse zone și o

sinteză a tuturor acestor rezultate este foarte anevoioasă. Conform datelor publicate de Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură (F.A.O.), pierderile provocate de boli și dăunători s-ar ridica la 20—25% din întreaga producție de pe glob. Statisticile pentru zone mai restrînse arată o scădere de 30—50% din producția la hectar, iar o analiză pe tipurile cele mai importante de culturi relevă date și mai semnificative. De exemplu, la grîu pierderile sînt de 35% iar la cartofi de 40%. Pierderile din producția globală provocate de ciuperci, bacterii și virusuri fitopatogene se ridică la suma de 75 miliarde dolari în fiecare an. În țara noastră bolile care au produs pierderi foarte mari din recoltă au fost: ruginile, mălura, tăciunii, făinarea, mana diferitelor plante de cultură etc. Mălura grîului, determinată de specii ale genului *Tilletia*, producea scăderea recoltei cu 8—10% iar în unii ani în anumite regiuni cu condiții prielnice de climă, pierderile ajungeau chiar peste 30%. În prezent, grație obligativității măsurilor de combatere, pierderile au scăzut la 1% și chiar mai puțin. Datorită ruginilor în unii ani așa-zișii de invazie pierderile din producția de grîu erau foarte mari. În afară de mălură și rugini, făinarea cerealelor cauzată de *Erysiphe graminis* este o boală gravă care determină scăderea recoltei. O altă boală a cerealelor cu importanță economică mare este fuzarioza, provocată de mai multe specii de *Fusarium*. Producția pomicolă este de asemenea dijmuită an de an de aceste minuscule viețuitoare. Referitor la vița de vie știe oricine că una dintre bolile acestei plante, mana viței de vie, cauzată de ciuperca *Plasmopara viticola*, poate compromite recolta de struguri dacă nu se aplică la timp și în bune condiții măsurile de combatere.

Pe arborii de pădure trăiesc multe specii de ciuperci microscopice și macroscopice (macromicete, cu

corpuri fructifere mari). Un mare număr de Polyporaceae cu corpuri de fructificare tari, perene (trăiesc mai mulți ani) produc putregaiuri de diferite culori care duc la distrugerea totală a gazdei. Fructificațiile acestor ciuperci pot fi observate pe arborii atacați în tot timpul anului, de exemplu iasca de rădăcină *(Fomes annosus)* pe pin, brad și molid; văcălia *(Fomes fomentarius)* pe fag, carpen, alun, stejar, frasin; iasca de cioată *(Fomes marginatus)* pe fag, stejar, salcie etc.).

Plantele ornamentale sînt parazitate de multe ciuperci care produc putregaiuri, făinare, pătări ale frunzelor, rugini. Frumoșii trandafiri sînt adesea desfrunziți în mijlocul verii ca rezultat al atacului unor ciuperci parazite; de exemplu *Diplocarpon rosae* produce pătarea neagră a frunzelor de trandafir, *Sphaerotheca pannosa* determină făinarea trandafirului iar cîteva specii de *Phragmidium* sînt agenți patogeni ai ruginii trandafirului (fig. 7).

Cum se răspîndesc ciupercile parazite?

Una din căile principale de răspîndire a ciupercilor este vîntul care antrenează atît sporii, cît și mici fragmente de miceliu din aerul atmosferic, purtîndu-le la mari distanțe. Aerobiologia a stabilit rolul aerului atmosferic ca mijloc de vehiculare a microorganismelor ai căror spori se dispersează ușor în aer intrînd în componența aeroplanctonului. În aerul liber particulele care formează aeroplanctonul se ridică spre straturile superioare cînd în atmosferă se formează curenți verticali și, dimpotrivă, în cazul inversiei termice, particulele coboară spre straturile inferioare ale atmosferei. Sporii ciupercilor au fost găsiți pînă la 10 km înălțime și uneori chiar mai sus. Deasupra pămîntului concentrația de spori descrește logaritmic odată cu înălțimea. În aerul din apropierea solului concentrația și compoziția sporilor prezintă

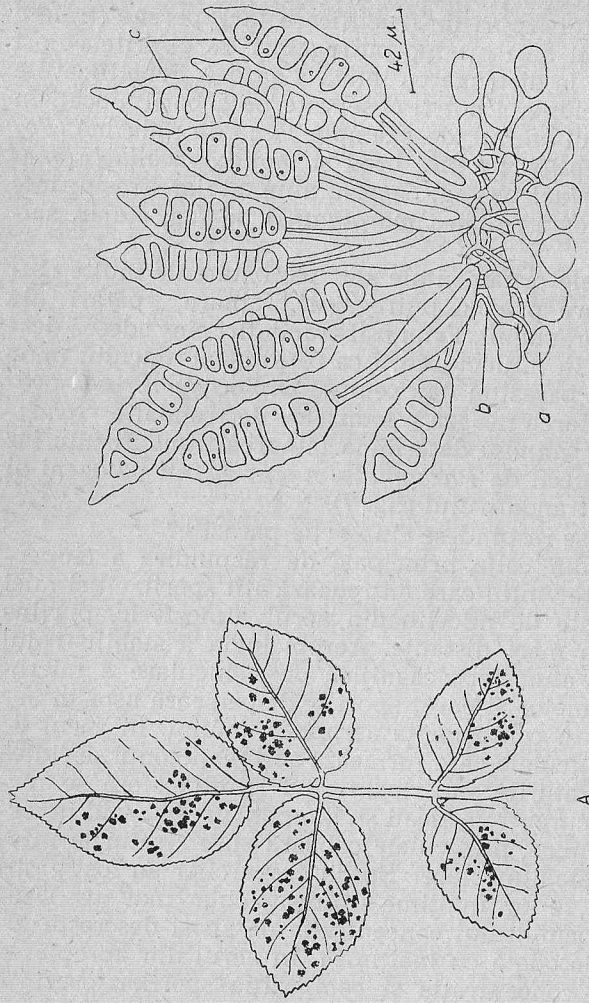

Fig. 7 Rugina trandafirului produsă de *Phragmidium disciflorum*. *A* — frunză cu teleutosori; *B* — secțiune prin teleutosor; *a* — celulele frunzei; *b* — micelilu intercelular; *c* — teleutospori (spori de rezistență).

variații în funcție de vreme, anotimp (în zona temperată), precum și variații diurne. O mare parte dintre sporii care au ajuns în aer sînt depuși în aceeași zonă sau în apropiere de locul unde au fost eliberați din organele de fructificare ale ciupercilor. O altă parte sînt ridicați la mari înălțimi și apoi dispersați cu ajutorul curenților de aer la mari distanțe. De pildă, este stabilit că sporii de *Puccinia graminis*, ciupercă parazită ce produce rugina neagră a grîului, pot fi transportați la sute și chiar mii de kilometri, trecînd peste granițele dintre țări. De fapt, sporii unui număr imens de ciuperci sînt răspîndiți cu ajutorul vîntului. Pe această cale ajung de pe plantele bolnave pe cele sănătoase sporii ciupercilor din familia ustilaginaceae care produc tăciuni, ai unor uredinale, ai multor specii de ascomicete ș.a.

Transportul peste oceane și deșerturi al sporilor diferitelor specii de ciuperci este limitat doar de faptul că unii spori au viabilitatea redusă iar traversarea peste aceste bariere geografice cere un timp destul de lung, fapt la care se adaugă alternanța mare de temperatură și radiațiile ultraviolete cu un efect negativ asupra sporilor. Totuși cercetările au demonstrat prezența unui număr destul de mare de spori în aerul atmosferic de deasupra oceanelor.

Răspîndirea cu ajutorul apei are loc în special în cazul ciupercilor care au spori mobili prevăzuți cu flageli. Așa se propagă, de pildă, zoosporii de *Plasmodiophora brassicae*, ei înoată prin apa de ploaie pînă ajung în contact cu plantele pe care le infectează. Ploaia ajută și la dispersarea sporilor care în mod obișnuit se răspîndesc prin vînt. Odată cu apa de ploaie pot fi transportați spori de pe frunzele superioare ale plantei pe cele inferioare și tot cu ajutorul apei sporii pot pătrunde în sol. Un exemplu în acest sens este infectarea tuberculilor de cartofi cu

conidii de *Phytophthora infestans* formate pe frunze. Apa rîurilor transportă adesea la mari distanțe și sporii unor ciuperci parazite.

Unele grupe de animale contribuie la răspîndirea germenilor infecțioși. Insectele, nematodele, păsările pot transporta pe corpul lor sporii unor ciuperci de la o plantă bolnavă la alta sănătoasă. În unele cazuri germenii infecțioși pătrund chiar în corpul unor insecte vectoare; adesea în corpul insectei paraziții își desfășoară o parte din ciclul lor de viață, în care caz insectele au rol de gazde intermediare.

Omul se face vinovat de răspîndirea unor boli, atunci cînd transportă diverse materiale vegetale infectate dintr-o regiune în alta sau dintr-o țară în alta. Așa au fost aduse în Europa, din America, ciupercile ce produc principalele boli ale viței de vie: *Plasmopara viticola,* care produce mana viței de vie, și *Uncinula necator*, agentul patogen al făinării viței de vie. *Plasmopara viticola* a fost adusă odată cu vițele americane și semnalată prima dată în Franța în anul 1878 și de aici s-a răspîndit în numai trei ani în toată Europa. În 1881 era deja prezentă și la noi în țară.

Însușirile ciupercilor fitopatogene. Ciupercile patogene, ca dealtfel și alți agenți fitopatogeni, posedă două însușiri principale. Una dintre acestea este *virulența,* capacitatea de a ataca țesuturi vii producînd îmbolnăvirea organismului. Intensitatea mai mare sau mai mică a bolii este strîns legată de virulența parazitului. Cea de-a doua este *agresivitatea* parazitului, respectiv capacitatea de a infecta un număr mai mare sau mai mic de specii de plante, de indivizi din aceeași specie sau de organe ale unui individ. Agresivitatea determină frecvența bolii.

Pentru a aprecia efectul parazitar al unui agent patogen, trebuie să se ia în considerare aceste însu-

șiri la care este necesar să se adauge viteza de propagare a bolii, aceasta fiind legată de viteza de răspîndire a germenilor infecțioși. Unii paraziți se propagă încet și astfel este exclusă posibilitatea de a cuprinde zone prea mari, pagubele fiind limitate la suprafețe restrînse. Cei mai mulți însă au o viteză de propagare mare, se extind pe suprafețe imense cuprinzînd țări și chiar continente întregi. Cînd parazitul infectează un mare număr de plante și boala este extinsă pe suprafețe mari într-un interval scurt de timp, se spune că s-a produs o epifitie. O astfel de boală cu răspîndire rapidă și cu o evoluție catastrofală a fost mana cartofului, produsă de *Phytophthora infestans.* Ajunsă în Europa în anul 1844, odată cu importul diferitelor varietăți de cartofi transportați din America, a fost introdusă în Irlanda în 1845, unde a făcut (în 1846 și 1847) daune imense care s-au soldat cu o foamete gravă. Viteza de răspîndire a bolii a fost de aproximativ 80 km pe săptămînă. Ciuperca atacă frunzele pe care apar pete gălbui ce devin brune, țesuturile se necrozează și întreaga frunză se usucă. Frunzele fiind distruse, creșterea tuberculilor încetează. Ciuperca infectează și tuberculii în cîmp prin conidiile care cad de pe frunze și ajung în sol odată cu apa de ploaie, sau sînt infectați în timpul recoltării și boala își continuă evoluția în timpul depozitării. În final, tuberculii bolnavi putrezesc. Boala s-a manifestat cu o asemenea frecvență și intensitate, încît a distrus culturile de cartofi și cum cartofii erau un aliment de bază al populației, aproximativ un milion de oameni au murit de foame sau din boli apărute ca urmare a foametei, iar un alt milion de locuitori au fost nevoiți să emigreze. Cum Irlanda avea în perioada respectivă 8 000 000 locuitori, iată că din cauza unei boli a cartofului țara a pierdut un sfert din populație. Această catastrofă s-a datorat și

faptului că în acea vreme cunoștințele despre agentul patogen erau foarte sărace și tot atît de necunoscute erau metodele de prevenire și combatere a bolii.

Un alt exemplu de răspîndire rapidă și cu consecințe destul de serioase îl constituie mana florii soarelui, produsă de *Plasmopara helianthi*, cea mai gravă boală a acestei plante. Ea este originară din America și a fost semnalată la noi în 1946 iar în prezent este răspîndită în toată țara. Este foarte păgubitoare în sudul țării, unde în anumite zone produce pierderi foarte mari, pînă la 60%. Plantele atacate puternic rămîn scurte, frunzele sînt înghesuite, mici, deformate, cu un puf albicios pe fața inferioară care reprezintă conidioforii și conidiile parazitului, iar în ultima fază se usucă. Plantele nu înfloresc și chiar dacă înfloresc nu fructifică, deoarece întreg metabolismul gazdei este perturbat.

Mana tutunului, cauzată de *Peronospora tabacina*, a avut o răspîndire aproape tot atît de spectaculoasă ca și mana cartofului. Din 1958 cînd boala a fost semnalată prima dată în Anglia și pînă în 1962 s-a răspîndit în toată Europa și în nordul Africii (fig. 8) determinînd aproximativ 50% pierderi din recoltă, la care se adaugă scăderea calității comerciale a tutunului care nu a fost complet distrus. Pentru țările mari cultivatoare de tutun efectele economice au fost foarte severe. La noi în țară mana tutunului a fost observată prima dată în 1961. În prezent este răspîndită atît pe tutun *(Nicotiana tabacum)*, cît și pe specii ornamentale de *Nicotiana*, și anume pe regina nopții *(N. alata)*.

Puccinia graminis, care produce rugina neagră a grîului, se răspîndește pe teritorii foarte vaste cu mare repeziciune producînd epifitii cu consecințe foarte grave. Sînt ani în care are loc o așa-numită

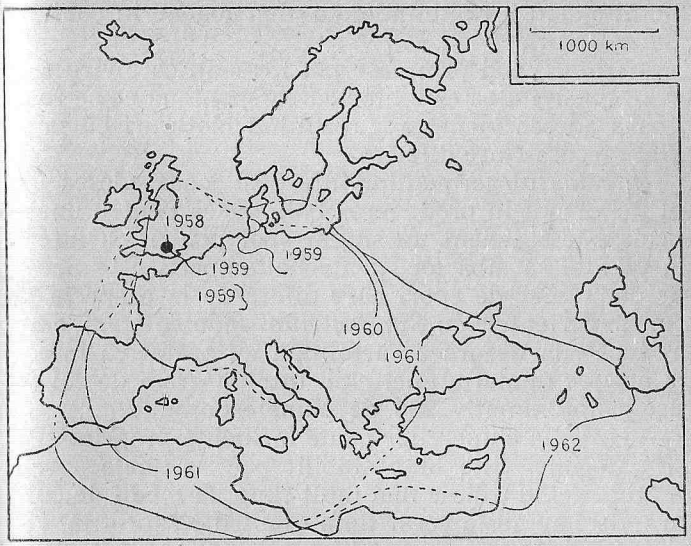

Fig. 8 Răspîndirea ciupercii *Peronospora tabacina*, în perioada 1958—1962 (după R. C. Cooke, 1977).

invazie de rugină cuprinzînd numeroase țări și în aceste cazuri boala capătă un caracter deosebit de dăunător.

Factorii care pot modifica însușirile parazitare. Am văzut în capitolul anterior că principalele însușiri ale ciupercilor parazite sînt virulența și agresivitatea. Aceste însușiri pot fi influențate de o serie de factori interni (care țin de parazit) și externi (factori de mediu).

— Virulența și agresivitatea sînt strîns legate, la paraziții obligați, de specializarea lor. Unele specii, așa cum s-a arătat, prezintă forme specializate și rase fiziologice care pot ataca și produce boala numai la

anumite soiuri, rămînînd total nepatogene în contact cu alte soiuri.

— Un alt mod prin care pot fi modificate virulența și agresivitatea este hibridarea spontană ce se realizează adesea în natură, rezultînd biotipuri cu proprietăți parazitare diferite.

— Numărul germenilor infecțioși joacă adesea un rol important în producerea bolii. Dacă pentru unele specii este suficient un singur spor pentru ca infecția plantei să aibă loc, pentru alte specii este necesar un număr de spori care diferă de la o specie la alta. Experiențele cu *Synchytrium endobioticum*, care produce rîia neagră a cartofului, au arătat că infecția are loc numai atunci cînd într-un gram de sol se găsesc aproximativ 200 de akinetosporangi.

— Nutriția ciupercilor poate influența proprietățile lor patogene. Este bine stabilit pentru unele specii că atunci cînd trăiesc mai mult timp pe medii de cultură, deci avînd în acest timp o nutriție saprofită, virulența scade și nu mai sînt capabile să infecteze plantele. Alte specii însă pot fi cultivate ani de zile pe medii artificiale fără ca virulența și agresivitatea lor să fie alterate. Sporii de *Tilletia tritici* păstrați un timp într-un mediu bogat în compuși ai azotului (de pildă, în gunoi de grajd) își pierd virulența și nu mai pot infecta grîul.

— Influența factorilor climatici este bine studiată pentru multe specii. S-a constatat că fiecare specie are un minim, un optim și un maxim de temperatură pentru diversele faze din dezvoltare (de germinare a sporilor, de creștere și fructificare) și adesea temperaturile optime de dezvoltare a parazitului coincid cu exigențele lor termice pentru manifestarea însușirilor patogene. Adică temperatura optimă de germinare a conidiilor sau de creștere a miceliului coincide cu temperatura la care are loc infecția. De

exemplu, la *Plasmopara viticola* temperatura optimă pentru germinarea conidiilor și contaminare este aceeași: 18—24°C. La 28°C infecția nu se mai produce. Și totuși nu este întotdeauna o concordanță perfectă. De pildă, ciuperca *Calonectria graminicola (Fusarium nivale)*, care produce mucegaiul de zăpadă al grîului, crește în cultură la temperaturi cuprinse între 2 și 32°C, avînd temperatura optimă de creștere 20°C. Virulența maximă se manifestă însă între 0 și 5°C, peste această temperatură capacitatea de infecție se diminuează treptat, așa încît 20°C este temperatura maximă la care se mai poate face infecția, deși aceasta este temperatura optimă pentru dezvoltarea ciupercii în laborator.

— Umiditatea este unul dintre factorii deosebit de important în producerea infecției și în evoluția bolii. Exigențele hidrice ale ciupercilor fitopatogene diferă de la o specie la alta. Infecțiile viței de vie cu conidii de *Plasmopara viticola* pot avea loc numai atunci cînd umiditatea atmosferică este de 95—100% și temperatura de 18—24°C.

— Reacția solului este un factor ecologic cu mare importanță pentru microorganismele din sol, fiecare specie avînd limite ale *p*H-ului între care creșterea este bună și aceste valori reprezintă *p*H-ul optim.

Fazele procesului patologic la plante. Ca și în cazul bolilor la om și animale, procesul patologic la plante are trei faze principale: contaminarea, incubația și manifestarea bolii. Contaminarea sau pătrunderea parazitului în plantă are loc prin răni, prin deschideri naturale sau prin străpungerea directă, activă a membranelor celulare. Pătrunderea prin leziuni sau răni are loc mai ales atunci cînd acestea sînt făcute recent, deoarece în leziunile vechi se petrec procese naturale, de vindecare, cu apariția suberului cicatricial care împiedică intrarea paraziților.

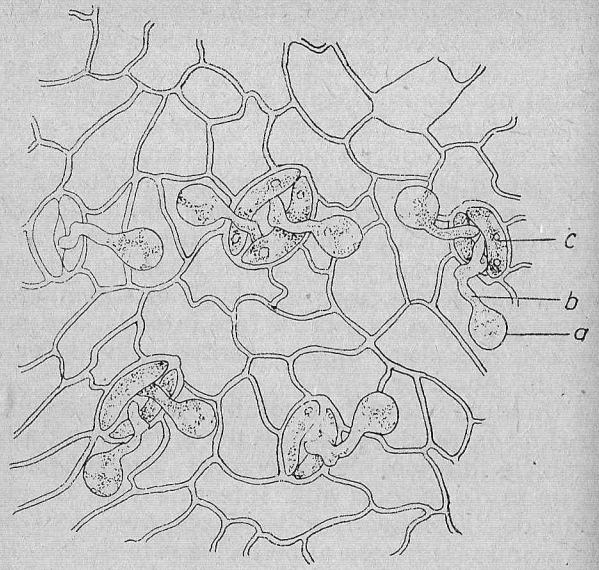

Fig. 9 Pătrunderea tubului de germinație al zoosporilor de *Plasmopara viticola* prin osteolul stomatelor (după Tr. Săvulescu). *a* — zoospor; *b* — tub de germinație; *c* — stomată.

Leziunile pot fi provocate de grindină, de insecte și de agenți patogeni sau pot fi făcute în urma lucrărilor agricole de întreținere a culturilor. Multe ciuperci pătrund prin stomate și lenticele, de pildă tuburile germinative ale sporilor de *Plasmopara viticola* (fig. 9), *Puccinia graminis, Cladosporium fulvum,* care produce făinarea frunzelor de tomate, sau *Diplocarpon rosae,* care produce pătarea neagră a frunzelor de trandafir.

Pătrunderea în plantă prin una dintre căile arătate nu înseamnă implicit îmbolnăvirea gazdei. După intrarea ciupercii în plantă au loc anumite procese

care duc la stabilirea unor relații între parazit și gazdă, relații care, în cazul soiurilor sensibile, susceptibile de îmbolnăvire, permit ciupercii absorbția diverselor substanțe nutritive din țesuturile vii care le asigură creșterea. Ciuperca pătrunsă în plantă poate rămîne localizată pe o zonă foarte restrînsă, de pildă ciupercile care produc pătări ale frunzelor. De exemplu, *Polystigma rubrum* produce pete roșii pe frunzele de prun, *Rhytisma acerinum* produce pete negre pe frunzele de arțar, tot o pătare neagră a frunzelor produce *Diplocarpon rosae* la trandafir, *Cercospora beticola* determină pătarea frunzelor de sfeclă etc. În toate aceste cazuri fiecare pată este rezultatul unei noi infecții, parazitul fiind prezent doar în jurul punctului de infecție, cu toate acestea poate acționa asupra metabolismului întregii plante. În alte cazuri parazitul se răspîndește în întreg organul atacat, de pildă *Monilinia fructigena* care determină putregaiul brun al fructelor de măr și păr. Există și micoze generalizate la plante provocate de ciuperci tracheifile (care trăiesc în vasele conducătoare, de exemplu *Fusarium, Verticillium)* determinînd vestejirea totală a plantelor.

Perioada de incubație este timpul necesar dintre contaminare și apariția primelor simptome și ea corespunde cu perioada de creștere a ciupercii pe seama țesuturilor vii, utilizînd în acest scop o gamă variată de enzime cu care descompune substanțele organice complexe în substanțe organice mai simple, asimilabile. Această perioadă diferă în funcție de specie și de condițiile mediului.

După parcurgerea perioadei de incubație are loc cea de-a treia fază, manifestarea bolii, cînd apar organele de fructificare ale parazitului. În această fază, pe baza simptomelor și a caracterelor agentului patogen, boala poate fi identificată.

Planta nu rămîne inertă la acțiunea parazitului, ci răspunde prin diferite mijloace de apărare. Dacă însă virulența parazitului este mai mare decît capacitatea de apărare a plantei, aceasta se îmbolnăvește (vezi și cap. Mijloace și mecanisme de apărare ale gazdelor împotriva paraziților) și în acest caz în planta bolnavă au loc o serie de modificări morfologice, anatomice, citologice, fiziologice și biochimice.

Așa cum s-a arătat la începutul capitolului, ciupercile nu sînt parazite numai pe plante superioare, ci și pe cele inferioare. Algele, de pildă, sînt parazitate adesea de ciuperci care pot distruge gazdele influențînd în acest fel compoziția algală din anumite biotopuri. Diatomeele sînt parazitate de ciuperca *Rhizophydium; Spirogyra*, algă filamentoasă ce crește în multe pîraie, este adesea infectată cu ciuperci. Pe alga albastră *Anabaena planctonica* a fost găsită ca parazită ciuperca *Rhizosiphon anabaenae*. Unele specii de ciuperci sînt parazite obligate pe alge iar altele facultativ parazite. Acestea din urmă nu pot ataca algele cu o bună activitate metabolică, ci doar pe cele în declin.

După ce am făcut cunoștință cu diferitele aspecte de parazitism la ciuperci și am văzut cum culturile noastre care înmagazinează atîta muncă umană sînt expuse minusculelor viețuitoare ce trăiesc pe seama lor și le „dijmuiesc" fără milă, este momentul să arătăm cum a acționat omenirea împotriva acestor răufăcători. Interesul pentru cunoașterea ciupercilor parazite pe plante derivă, după cum este lesne de înțeles, din considerente economice, în primul rînd, dar și din dorința de a clarifica o serie de aspecte teoretice ale biologiei. Omul a fost preocupat din timpuri străvechi de cunoașterea bolilor la plante, a cauzelor care le produc și mai ales a măsurilor de combatere. Confirmarea acestei afirmații o găsim

în multe lucrări vechi în care nu numai că sînt semnalate unele boli, dar se încearcă și o explicație a cauzelor, bineînțeles aceste explicații fiind în concordanță cu nivelul cunoașterii din epoca respectivă. Chiar Teofrast, strălucit filozof și naturalist din Grecia antică, socotea că tăciunii și mălura se datoresc alternanței dintre razele soarelui și ploi ce determină transformarea boabelor de grîu într-o pulbere neagră. La romani exista credința că zeul Robigo poate apăra culturile de mălură, tăciuni și rugini. De-a lungul anilor, ciupercile parazite au continuat să distrugă recoltele fără a se putea cunoaște cauza reală a bolilor. În 1750 Academia de Arte și Științe din Bordeaux a oferit un premiu pentru descoperirea cauzelor care provoacă mălura la cereale. Premiul a fost încasat de Tillet care a făcut o cercetare în acest sens, dar problema a rămas nerezolvată pînă în 1807 cînd Benedict Prévost arată că în boabele de grîu mălurate se află sporii ciupercii. Abia în 1847 Tulasne demonstrează parazitismul ciupercilor care produc mălura și tăciunii la plante. Începînd cu a doua jumătate a secolului al XIX-lea se impune ideea naturii parazitare a bolilor infecțioase la plante și odată cu asta fitopatologia începe să facă progrese uriașe. Odată stabilită legătura dintre ciupercile parazite și diferitele boli ale plantelor, cercetările au luat o mare amploare în toată lumea, începînd să apară vaste lucrări de fitopatologie.

La noi în țară primele mențiuni cu privire la unele ciuperci parazite pe plante se găsesc în lucrările botanistului ardelean M. Fuss, 1853. Astfel de semnalări au fost făcute ulterior și în alte lucrări cu caracter floristic, dar studii organizate asupra bolilor plantelor încep abia din al treilea deceniu al secolului al XX-lea. Primele cercetări în acest domeniu au fost inițiate de Traian Săvulescu (1889—1963),

care pune bazele fitopatologiei în țara noastră. El a creat o renumită școală de fitopatologie, a efectuat și condus vaste lucrări cu privire la biologia, ecologia și combaterea unui mare număr de ciuperci parazite pe importante plante de cultură. Singur sau împreună cu colaboratorii săi a scris sute de lucrări de specialitate. Un loc important îl ocupă lucrările monumentale *Monografia Uredinalelor din R.P.R.* (1953) și *Ustilaginalele din Republica Populară Română* (1957), fiecare dintre ele avînd peste 1100 pagini și cuprinzînd date originale de biologie, ecologie și sistematica ciupercilor din cele două ordine. Atît uredinalele, cît și ustilaginalele sînt ciuperci parazite pe plante cultivate și din flora spontană. Lucrările au fost apreciate de specialiștii din întreaga lume. Tot o lucrare de proporții mari este *Tratatul de patologie vegetală* (1959) scris în colaborare cu fiica sa, Olga Săvulescu (1914—1969), din care a apărut doar primul volum. Numeroși fitopatologi creați la școala acestui titan al științei românești, sau elevi ai acestora, au continuat și continuă munca de cercetare în întreaga țară, în institute de cercetare, facultăți de biologie și institute agronomice, sau lucrează în rețeaua operativă de aplicare pe teren a măsurilor de protecția plantelor aducîndu-și contribuția la lupta împotriva paraziților plantelor și la sporirea pe această cale a recoltelor, precum și la clarificarea unor importante probleme teoretice de biologie.

Ciuperci parazite la om și animale. Omul și animalele oferă, ca și plantele, un foarte bun habitat pentru ciupercile parazite, țesuturile acestora conținînd substanțele organice necesare (hidrați de carbon, compuși azotați etc.), apă în cantitate suficientă, precum și temperatura corpului convenabilă pentru dezvoltarea paraziților. Ciupercile care produc micoze la om sînt grupate în două categorii, după localizarea lor: exogene, care produc infecții externe superficiale numite dermatomicoze (micoze ale pielii) și endogene, ciuperci care produc infecții profunde, numite micoze viscerale.

Cea mai mare parte dintre speciile ce produc dermatomicoze trăiesc libere în natură ca saprofite, foarte frecvent întîlnite în sol pe substraturi organice, dar potențial sînt capabile să atace țesuturile vii ale omului și să producă boli, trecînd la o nutriție parazitară. Prin îmbogățirea solului cu substanțe organice (dejecții de la animale) se creează condiții prielnice pentru dezvoltarea ciupercilor. Alteori, în urma ploilor abundente are loc o diluare a antibioticelor elaborate în mod obișnuit în sol de diferite microorganisme, ceea ce permite dezvoltarea rapidă a ciupercilor, printre care și a celor care produc micoze la om. Apa și aerul constituie căi importante de vehiculare a ciupercilor patogene la om.

Animalele domestice, precum și cele sălbatice (păsări, pisici, cîini, iepuri, șoareci, șobolani etc.) pot fi infectate de ciuperci și astfel ele reprezintă rezervoare de germeni infecțioși de la care ajung direct sau indirect și la om. Aspergiloza, de pildă, este frecventă la păsări (rațe, găini, curci, porumbei) și insecte; coccidoidomicoza la rozătoare de la care se infectează solul.

Ciupercile pot pătrunde în piele prin orice leziune existentă pe suprafața ei. În cazul micozelor viscerale, poarta de intrare a ciupercilor o constituie mucoasele traiectului respirator, ale tubului digestiv și chiar ale căilor urinare.

Cele mai frecvente dermatomicoze sînt: favusul, tricofiția și pitiriazis versicolor.

Ciupercile parazite pe animalele sălbatice au o mare importanță atunci cînd aceste animale reprezintă sursă de hrană pentru om și cînd bolile respective au proporții de epidemii. O astfel de situație o prezintă unele specii de pești parazitați de ciuperci. De exemplu, o micoză care cauzează moartea în masă a heringilor este provocată de ciuperca *Ichthyophonus hoferi*, care are o largă răspîndire. Ciuperca atacă inima și alte organe pe care le distruge și produce moartea gazdelor în timp de numai 30 de zile de la data infectării. Ultima mare epidemie a fost semnalată în Golful St. Lawrence în anul 1954—1955, cînd populația de heringi a fost distrusă în proporție de 50% (C. J. Sindermann, 1970). În timpul îmbolnăvirii în masă a speciilor susceptibile se înmulțesc mult acele specii care manifestă rezistență la ciuperca respectivă. Cele mai multe specii parazite pe pești sînt din familia *Saprolegniaceae*. *Saprolegnia parasitica* și *S. ferax* produc ulcerații pe corpul peștilor, hifele ciupercilor putînd pătrunde în mușchi pe o adîncime de aproximativ 1 cm. Peștii infectați mor.

Răspîndirea ciupercilor parazite pe pești în anumite zone nu depinde numai de prezența gazdelor, adesea factorii de mediu avînd un rol hotărîtor. Așa, de exemplu, ciuperca *Dermocystidium marinum* parazitează stridiile numai în apele marine calde.

Insectele sînt parazitate de ciuperci ce fac parte dintre *Phycomycetes*, *Ascomycetes* și *Deuteromycetes*. Genul *Entomophtora* este bogat în specii parazite pe insecte în toate stadiile lor de dezvoltare. Miceliul ciupercii crește în corpul insectei provocînd debilitatea și apoi moartea acesteia. De exemplu, *Entomophtora cadicans* trăiește parazită pe omizile fluturelui alb al verzei *(Pieris brassicae)*, *E. aphidis* este parazită pe afide.

Dintre Ascomycetes un interes deosebit îl prezintă genul *Cordyceps* cu numeroase specii patogene pe diferite grupe de insecte.

Speciile *Beauveria bassiana* și *B. tenella* dintre Deuteromycetes au fost găsite pe multe specii de insecte dăunătoare, printre care se numără și gîndacul de Colorado *(Leptinotarsa decemlineata)*. Boala produsă de această ciupercă poartă numele de „muscardina albă". Ciuperca pătrunde în interiorul insectei fie prin deschiderile traheale, fie prin străpungerea tegumentului. Miceliul crește în corpul insectei, țesuturile gazdei sînt distruse și în scurt timp aceasta moare. În condiții optime de umiditate, miceliul ciupercii se dezvoltă și pe suprafața corpului insectei. O altă boală, „muscardina verde", produsă de *Metarrhizium anizopliae*, a fost pusă în evidență la peste 70 de specii. *Sorosporella uvella* produce boala „muscardina roșie a insectelor", în corpul cărora se dezvoltă o masă de spori care, eliberați în mediu, pot infecta alte exemplare sănătoase. Larvele moarte au o culoare roșie, de unde vine și numele bolii.

Chiar și musca de casă *(Musca domestica)* ce ne supără atîta în timpul verii are dușmani printre ciuperci. De pildă, *Empusa muscae*, o ciupercă microscopică, poate pătrunde în corpul mușteloor pe cale digestivă producînd o micoză ce duce la moartea gazdelor.

Toate aceste ciuperci parazite ale insectelor dăunătoare amintite mai sus, precum și multe altele, acționează în mod spontan în folosul omului determinînd moartea unor dușmani ai săi. Unele ciuperci entomopatogene sînt utilizate de om în combaterea biologică a insectelor dăunătoare.

Multe ciuperci atacă însă insecte folositoare, cum ar fi albinele, viermii de mătase, iar uneori aceeași

specie de ciupercă o întîlnim parazită atît pe insecte folositoare, cît și pe cele dăunătoare. De exemplu, *Beauveria bassiana* este parazită pe viermii de mătase, dar și pe gîndacul de Colorado.

La noi în țară s-a realizat un biopreparat din *Beauveria bassiana*, denumit *muscardin*, care este utilizat în combaterea unor insecte dăunătoare.

7. Plante superioare parazite și semiparazite

Plantele cu flori se mai numesc și antofite (Anthophyta, de la gr. *anthos* = floare și *phyton* = plantă), de unde și bolile cauzate de antofite parazite se numesc antofitoze. Numărul de specii parazite dintre antofite este infinit mai mic decît al celor dintre microorganisme, totuși fenomenul de parazitism nu lipsește nici din vastul grup al plantelor superioare care în genere se caracterizează prin nutriție autotrofă. Reprezentanții paraziți fac parte numai dintre *Dicotyledonatae*. După gradul lor de parazitism, pot fi total parazite (holoparazite) cînd cantitatea de clorofilă este foarte mică sau lipsește complet și astfel procesul de fotosinteză nu poate avea loc, iar o altă categorie o reprezintă cele cu un parazitism parțial (hemiparazite). Din prima categorie face parte torțelul *(Cuscuta)*, cu mai multe specii, la noi în țară 18 specii. Foarte răspîndită este cuscuta mare *(C. campestris)* parazită pe multe plante: trifoi, lucernă, cartofi, roșii, ardei, tutun, sfeclă etc. Parazitul are o tulpină în formă de firișoare de culoare gălbuie, ce se înfășoară în jurul plantei. Cuscuta nu poate realiza procesul de fotosinteză, deoarece cantitatea de clorofilă pe care o conține este foarte mică. Frunzele s-au transformat în niște solzi mici. Florile sînt grupate în glomerule. Cuscuta se înmulțește prin sămînță, aceasta se poate scutura și iernează în sol fiind rezistentă la frigul din timpul iernii sau semințele de cuscută sînt culese odată cu ale plantei gazde ajungînd în sol împreună cu ele la semănat. Aici germinează și dacă tulpina ajunge la o plantă gazdă corespunzătoare aderă la tulpina gazdei pe care se înfășoară, ajunge apoi la frunze și la restul organelor plantei parazitate în țesuturile căreia pătrund haustori ce extrag hrana necesară. Desigur, mulți cunosc această plantă parazită și au constatat că ea trece de la o plantă gazdă la alta extinzîndu-se pe suprafețe variabile formînd așa-numite vetre de atac, de pe care, cel mai adesea, nu se poate recolta nimic. Uneori fragmente de cuscută se rup și dacă ajung în contact cu planta gazdă determină noi infecții la distanță de cea inițială.

Tot dintre plantele total parazite fac parte speciile genului *Orobanche*, numite popular lupoaie sau verigel. Sînt aproximativ 100 de specii, toate lipsite de clorofilă, de culoare galbenă, brună, violacee sau roșiatică, cu frunze reduse ca niște solzi. În *Flora R.P.R.* sînt menționate 22 specii, răspîndite în toată țara. Cele mai păgubitoare sînt *Orobanche ramosa* (ciuma tutunului) care atacă tutunul, dar și alte plante (cînepa, tomatele); *Orobanche cumana*, care este parazită mai ales pe floarea soarelui însă și pe alte plante de cultură (varză, tutun, tomate, pepeni, cînepă, trifoi etc.). În jurul tulpinilor de floarea soarelui se pot vedea uneori zeci de plante parazite. Ele au o înălțime de 20—40 cm, înfloresc în iunie-iulie și fiecare fruct conține un număr mare de semințe (1200—1500) ce pot fi răspîndite cu ajutorul vîntului. Aceste semințe ajung în pămînt unde germinează și dacă în apropiere este o plantă sensibilă rădăcinile ei sînt parazitate. Semințele plantei parazite formează prin germinare un filament care

ajungînd la rădăcina plantei gazde se îngroașă și dă naștere la un așa-numit con de pătrundere pînă la cilindrul central, de unde își extrage hrana secătuind planta parazitată. La suprafața solului apar tulpinile florifere care fructifică.

Antofitele hemiparazite posedă clorofilă și deci pot face fotosinteza, dar extrag din planta gazdă apa și sărurile minerale. Unele antofite sînt parazite pe plante lemnoase iar altele pe erbacee. Cine nu cunoaște vîscul *(Viscum album)* cu care ne înveselim locuința la Anul Nou și poate fi găsit în preajma acestei zile în toate piețele? Sau cine nu l-a admirat direct în natură, mai ales iarna, cînd datorită desfrunzirii plantelor gazde, devine vizibil de la distanță în păduri sau în parcuri, crescînd pe trunchiurile sau ramurile unor arbori și pomi fructiferi care îi găzduiesc și pe care îi secătuiește. Admirîndu-i, să nu uităm însă că acești mici arbuști se comportă față de gazdele lor asemănător cu paraziții din sau de pe corpul omului și al animalelor care exercită acțiuni mecanice și de spoliere a organismelor parazitate.

Viscum album are mai multe varietăți specializate pentru anumite gazde: *V. album* var. *abietis* parazitează pe brad *(Abies alba)* și molid *(Picea excelsa)*; *V. album* var. *pini* trăiește pe pin *(Pinus nigra* și *P. montana)* iar *V. album* var. *mali* pe măr, prun plop, salcie, mesteacăn, ulm, fag, carpen, salcîm, arțar etc. Semințele din fructe ajunse în condiții prielnice germinează și dau naștere la noi exemplare de vîsc care-și înfig rădăcina primară, numită și cufundător primar, din care se formează cufundători secundari ce extrag din vasele lemnoase ale gazdei apa cu săruri minerale. În frunzele vîscului are loc fotosinteza rezultînd substanțe organice. Pe lîngă faptul că sustrage gazdei apa și sărurile minerale ne-

cesare dezvoltării parazitului, în locul de fixare se produc degradări ale țesuturilor, se formează niște gîlme care împiedică creșterea normală a lemnului și în cele din urmă ramura cu vîsc se usucă. Experiențe relativ recente efectuate de profesorul N. Sălăgeanu și Galan-Fabian cu $^{14}CO_2$ au precizat că vîscul extrage din planta gazdă și o mică cantitate de substanțe organice. Carbonul radioactiv folosit în experiență intră în constituția substanțelor organice sintetizate în frunzele arborelui care circulă apoi prin vasele liberiene. Vîscul existent pe ramura cu care s-a experimentat a devenit ușor radioactiv și astfel s-a dovedit o ipoteză mai veche în legătură cu nutriția vîscului.

8. Paraziți din regnul animal

Cunoștințele omului despre paraziții din regnul animal se pierd în negura vremurilor, ca și ale altor domenii din științele biologice. În mod sigur, ectoparaziții (păduchi, purici, țînțari, ploșnițe) au fost primii care au atras atenția datorită neplăcerilor pe care le provocau prin înțepături și de care omul a încercat dintotdeauna să se debaraseze. De asemenea, unii endoparaziți, cum sînt viermii intestinali de dimensiuni mari, au fost fără îndoială cunoscuți din cele mai vechi timpuri. Indicații certe cu privire la paraziți se găsesc în scrierile vechi egiptene și în lucrările unor oameni de știință din Grecia antică. Necunoscîndu-se însă nimic din biologia lor se credea (conform teoriei generației spontanee) că ei apar în mod spontan în corpul gazdei. Tot din antichitate datează și informațiile referitoare la existența malariei, cea mai gravă și răspîndită boală parazitară a omului. Cauza acestei boli, care reprezenta un adevărat

flagel, a rămas multă vreme necunoscută cu toate stăruințele oamenilor de știință. Dar odată cu perfecționarea tehnicilor de cercetare încep să se descopere numeroși paraziți ai omului, animalelor și plantelor. Pe măsură ce s-au acumulat suficiente date cu privire la modul de viață, la ciclul lor de dezvoltare, paraziții s-au ordonat în unitățile sistematice corespunzătoare și totodată s-au intensificat cercetările privind relațiile dintre paraziți și gazde. Treptat, s-a cristalizat o știință de-sine-stătătoare, parazitologia, cu ramuri distincte pentru diferite domenii: medicină, zootehnie, agricultură. În prezent numărul paraziților cunoscuți este imens, unii dintre ei producînd și în zilele noastre boli grave împotriva cărora se organizează acțiuni ample pe plan mondial.

La noi în țară parazitologia medicală ca știință începe prin cercetările efectuate sau conduse de savantul Victor Babeș (1854—1926), lui alăturîndu-i-se apoi o întreagă pleiadă de savanți care au adus o contribuție imensă la tezaurul științei mondiale.

Spre sfîrșitul secolului trecut la noi în țară, în special în Cîmpia Dunării, o boală gravă afecta zeci de mii de vite. Despre această boală nu se cunoștea nimic. Ea a fost numită de medicii veterinari „gastro-entero-nefrită". Guvernul a numit în 1888 o comisie compusă din: C. Starcovici, inspector veterinar, C. Gavrilescu, profesor la Școala superioară de medicină veterinară, și N. Mihăilescu, medicul veterinar al județului Ilfov, sub președinția lui Victor Babeș, să studieze boala respectivă. Victor Babeș comunică primele rezultate în 29 octombrie 1888 în lucrarea *Despre hemoglobinuria bacteriană a boului*. El precizează că în globulele roșii din sîngele animalelor bolnave se află niște formațiuni pe care inițial le-a considerat bacterii și denumește agentul patogen *Haematococcus bovis*. Aceste organisme au o formă sfe-

rică sau pot fi piriforme găsindu-se în general cîte două într-o globulă roșie. Cercetările au continuat și în anul următor în numeroase localități din Cîmpia Dunării, efectuînd studii histo-patologice aprofundate. În comunicarea care a urmat acestor studii arată că „deși nu există o statistică exactă despre pierderile produse de această boală, însă știm că au fost ani (ca 1874) cînd cadavrele boilor infectau regiuni vaste și în care se prăpădeau zeci de mii de vite... Animalele slăbesc repede ca și la pesta bovină și sucombă de la a 4-a pînă la a 8-a zi" (Victor Babeș, *Opere alese*, vol. I). Referitor la agentul patogen, arată că „microbul trăiește în sîngele și în toate organele boului bolnav sau mort". Lucrarea se încheie cu recomandări concrete de prevenire a bolii. Prin aceste cercetări Victor Babeș descoperă primul reprezentant al unui grup de microorganisme încă necunoscut. În 22 august 1892 comunică la Academia de Științe din Paris o lucrare despre boala numită cîrciogul oilor, în care descrie un al doilea reprezentant din grupul de microorganisme descoperit anterior la vite. El constată că „hematiile conținînd parazitul sînt frecvente mai ales în splină și în edemele emoragice ale seroaselor"[4]. În special în lunile mai și iunie se observă o mare mortalitate care poate ajunge pînă la o cincime din turmă. Tot în această lucrare arată că boala bovinelor din America, numită febra din Texas, al cărei agent patogen a fost descris de Smith în 1889 și denumit *Pirosoma bigemina*, este cauzată de același parazit pe care îl comunicase deja Babeș în 1888. Ca o recunoaștere a priorității savantului român V. Babeș în descoperirea acestui grup de paraziți, Comisia internațională

[4] VICTOR BABEȘ, *Opere alese*, vol. I, Editura Academiei R.P.R., 1954, p. 301—303.

de taxonomie a hotărît ca una dintre clasele de sporozoare din care fac parte și paraziții respectivi să poarte numele de *Babesioidea* cu familia *Babesiidae* ce cuprinde mai multe genuri printre care genurile *Babesia* și *Babesiella*. În genul *Babesia* sînt multe specii parazite la mamifere domestice și sălbatice întîlnite în toate continentele. De exemplu, *B. bigemina* la bovine, *B. ovis* la oaie, *B. caballis* la cal etc.

Babesiozele (bolile provocate de babesii) produc o serie de simptome caracteristice: febră, tulburări digestive și nervoase, inapetență, degenerescența celulelor din splină, ficat etc. Ca rezultat al acestor tulburări, cantitatea de lapte la vaci scade, se înregistrează o pierdere în greutate și în ultimă instanță intervine moartea. Boala se transmite prin intermediul căpușelor parazite care sug sîngele de la animale bolnave și apoi trecînd pe altele sănătoase prin înțepare inoculează și parazitul.

Paraziții care produc malaria sînt, așa cum s-a arătat în capitolul I, cei mai dăunători pentru om, fapt ce a determinat pe primii parazitologi ai țării să întreprindă cercetări în acest domeniu. Printre primii cercetători ai malariei se numără Victor Babeș care a făcut studii amănunțite asupra paraziților cît și asupra modificărilor produse de aceștia în hematiile din sîngele omului pe care le parazitează.

Un alt savant român care a adus o contribuție imensă la studiul bolilor parazitare ale omului a fost Mihai Ciucă (1883—1969). El a făcut mulți ani cercetări minuțioase asupra unor paraziți printre care și asupra speciilor de *Plasmodium* — agenții patogeni ai malariei. Parazitul a fost descoperit în sîngele bolnavilor de către medicul francez Laveran, în 1880. Dar răspunsul la întrebarea cum ajunge parazitul în sîngele omului l-au dat Bastianelli și Bignami (1896), urmați apoi de alți cercetători care

au descoperit legătura dintre țînțarul anofel *(Anopheles)* și malarie, acesta fiind agentul vector al parazitului. Agenții patogeni ai malariei sînt protozoare din ordinul *Haemosporidia*. Genul *Plasmodium* are mai multe specii: *P. malariae, P. vivax, P. falciparum*, parazite la om. Alte hemosporidii parazitează la capre, antilope, rozătoare, lilieci, păsări, la veverița africană etc. Speciile de *Plasmodium* parazite la om au un ciclu de dezvoltare complex cu o fază sexuată în țînțari și asexuată în celulele din sînge și în țesuturile omului. Durata ciclului de dezvoltare variază în funcție de specia de *Plasmodium:* 48 de ore la *P. vivax*, 72 ore la *P. malariae*, 24—48 ore la *P. falciparum*. Bolnavul prezintă accese febrile care se repetă cu intermitență, la 24 ore în febra cotidiană produsă de *P. falciparum*, la 48 ore în febra terță (accesele apar tot la 3 zile) benignă produsă de *P. vivax* și terță malignă de *P. falciparum* și la 72 ore în febra cuartă cauzată de *P. malariae*. Accesele de febră sînt însoțite de cefalee, paloare și anemie care se accentuează în decursul bolii. Accesul de friguri corespunde cu momentul cînd hematiile, în care parazitul s-a înmulțit, se distrug și paraziții sînt puși în libertate. Ei pătrund apoi în alte hematii și fenomenul se repetă. Accesul de febră este cauzat de toxinele produse de parazit și care ajung în plasma sanguină atunci cînd hematiile se distrug pentru a se elibera paraziții.

Împotriva malariei omul nu are imunitate naturală, dar dacă a fost odată bolnav capătă o imunitate care însă nu este pe toată viața, ci de scurtă durată sau uneori poate dura cîțiva ani.

Dată fiind gravitatea bolii, Organizația Mondială a Sănătății (O.M.S.) din cadrul Organizației Națiunilor Unite a inițiat o campanie de combatere și în acest scop s-a numit o comisie din care a făcut parte, încă

de la organizarea ei, savantul român Mihai Ciucă. El a devenit în perioada 1924—1938 secretarul general al comisiei de combatere a malariei. Membrii comisiei au făcut numeroase expediții în toată lumea studiind la fața locului posibilitățile de combatere pe de o parte a țînțarului vector iar pe de altă parte a bolii, prin tratarea populației deja infectate care constituie un permanent izvor de germeni infecțioși. În 1948 M. Ciucă este din nou membru al unei comisii internaționale de combatere a malariei numită de O.N.U.

La noi în țară, pe lîngă V. Babeș și M. Ciucă, au mai participat la studiul acestor paraziți și numeroși alți cercetători, printre care un loc important îi revine savantului N. Leon (1862—1931) care a organizat primul laborator de parazitologie din România la Facultatea de medicină din Iași, unde a fost profesor. De asemenea, Gh. Zotta (1866—1941) are un merit deosebit în studierea ecologiei vectorilor malariei. Împreună cu M. Ciucă au inițiat și condus campania împotriva malariei în România, acțiune ce s-a soldat cu eradicarea bolii pe întreg teritoriul țării. Această victorie a științei românești a fost mult apreciată în întreaga lume. În timp ce statisticile mai înregistrau în 1958 un număr de 175 000 000 bolnavi de malarie în lume, în țara noastră boala era deja lichidată definitiv.

Multe protozoare, ca de pildă cele din subclasa *Microsporidia*, sînt parazite intracelular la numeroase grupe de animale. Cu o mare frecvență ele au fost găsite la insecte printre care se numără și unele insecte utile. Specia *Nosema apis* parazitează albina *(Apis melifica)* localizîndu-se în celulele epiteliului intestinal unde se înmulțesc și formează niște șiraguri (fig. 10). Produce o boală epidemică care se manifestă prin dizenterie. *Nosema bombyces* este parazită a larvelor viermelui de mătase *(Bombyx mori)* producînd boala numită pebrina. Paraziții trăiesc în celulele intestinale și în sînge. Boala este foarte păgubitoare, deoarece se răspîndește repede la un mare număr de indivizi și determină moartea lor. A fost studiată prima dată de Louis Pasteur care a arătat că se transmite ereditar.

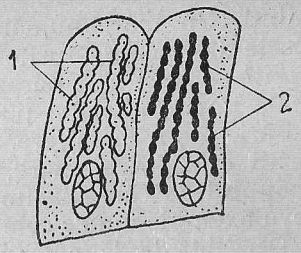

Fig. 10 *Nosema apis:* două celule din intestinul albinei cu parazit: în stadiul de înmulțire vegetativă (1) și în stadiul de spori (2); o parte din plasma celulară din jurul parazitului s-a dizolvat (după Doghel).

Interesantă a fost descoperirea unor protozoare endoparazite la plante. Pentru prima dată s-a constatat în 1909 în latexul unor plante niște animale microscopice înrudite cu agenții patogeni care provoacă la om și mamifere boala somnului. Cea mai răspîndită specie este *Leptomonas davidi* care trăiește ca parazit în vasele laticifere de la plante din familiile: *Euphorbiaceae, Moraceae, Compositae* etc. Parazitul face parte din familia *Trypanosomidae* și este răspîndit în zonele tropicală și subtropicală iar cu o frecvență mai mică a fost semnalat în regiunile mediteraneană și temperată. Are dimensiuni mici, de 16—20 lungime și 1,5—2μ lățime, cu un flagel la capăt. La plantele parazitate frunzele se îngălbenesc și cad iar ramurile se usucă. Latexul își schimbă consistența.

Un alt grup de paraziți cu mare importanță pentru om sînt viermii. Ei se mai numesc în general hel-

minți. Un mare număr dintre viermii paraziți fac parte din încrengăturile *Plathelminthes* și *Nemathelminthes*. Unii sînt paraziți ai omului sau atacă animale importante din punct de vedere economic, ca: păsări, pești, mamifere. Deși numărul viermilor paraziți este foarte mare, sîntem obligați, în cadrul spațiului de care dispunem, să ne oprim doar la cîteva exemple dintre cele mai comune.

Deosebit de dăunătoare pentru om sînt teniile. Ele fac parte dintre platelminți. De pildă, *Taenia solium* trăiește în tubul digestiv al omului fixată de peretele intestinal. Teniaza (boala produsă de tenii) se manifestă prin tulburări gastrointestinale și nervoase. Parazitul exercită o acțiune toxică și mecanică iritativă asupra gazdei. Tenia are corpul alungit ca o panglică (de unde și numele popular de panglică), la partea anterioară se află scolexul prevăzut cu patru ventuze și cîrlige cu rol de fixare, urmează o zonă de creștere („gîtul") și apoi un mare număr de segmente numite proglote. La maturitate are 2—4 m lungime, mai rar 8 m și aproximativ 900 de proglote. În partea anterioară sînt cele mai tinere proglote iar în partea posterioară cele mature. Pe măsura maturării ele se desprind și se elimină odată cu materiile fecale iar prin diviziunea repetată a primului segment de lîngă scolex se adaugă mereu noi proglote. Tenia nu are aparat respirator și digestiv, deoarece au dispărut în procesul adaptării la viața parazitară. Hrana, constituită din substanțe existente în intestinul omului, pătrunde în parazit prin toată suprafața corpului. Aparatul respirator s-a redus total, deoarece în tubul digestiv al gazdei neexistînd aer, parazitul s-a adaptat să-și obțină energia necesară printr-un proces de respirație anaerobă. Aparatul reproducător este, în schimb, foarte bine dezvoltat, avînd în fiecare segment atît elementele mas-

cule, cît și femele. După fecundație se formează ouăle, în număr foarte mare, ultimele proglote devenind ca niște săculeți plini cu ouă. Acestea ajung în exterior odată cu materiile fecale și prin dezagregarea lor ouăle sînt eliberate, apoi pe diferite căi pot pătrunde în tubul digestiv al porcului. Aici, din ouă rezultă larve care străbătînd peretele intestinului ajung în sînge și odată cu acesta în mușchi, în special ai limbii, gîtului și omoplatului unde se transformă într-o larvă numită cisticerc. Larvele au aspectul unor boabe de mazăre, uneori existînd mii de astfel de larve în mușchi. Omul, consumînd această carne insuficient fiartă sau friptă, ingerează și larvele din care se dezvoltă noi tenii care se fixează de mucoasa intestinală.

Pentru a preveni infectarea omului cu această specie de tenie este necesar să se depisteze persoanele parazitate și să fie tratate, reducîndu-se astfel sursa de infecție, carnea să fie preparată în mod corect, să se împiedice tăierea clandestină a animalelor pentru a se asigura un control sanitar riguros al acestora înainte de a se pune la dispoziția populației pentru consum.

O altă specie de tenie — *Diphyllobothrium latum* — este, de asemenea, un parazit foarte dăunător al omului. Poate parazita și animale dacă se hrănesc cu pește: cîinele, pisica, vulpea, tigrul, ursul, foca, delfinul. Peștele este gazda intermediară a parazitului. Tenia are dimensiuni mari, de 10—12 și chiar 20 m lungime, este formată din numeroase segmente. Ultimele segmente sînt cele mai mature, acestea au uterul plin cu ouă. Un singur individ poate elimina zilnic pînă la 750 000 ouă, de dimensiuni microscopice (50—70 microni). Dacă avem în vedere că o astfel de tenie poate trăi în intestinul omului pînă la 35 de ani, numărul ouălor pe care le elimină

în acest timp este într-adevăr impresionant. Ouăle ajunse în apă se dezvoltă, din ele ies niște larve ciliate care înoată în apa liniștită de la maluri. Dacă crustaceele (de exemplu, *Cyclops, Diaptomus),* ce se găsesc din abundență în majoritatea apelor, înghit aceste larve, ele își continuă dezvoltarea în corpul noii gazde, în caz contrar mor. Peștii răpitori, de exemplu știuca, bibanul, se hrănesc în mod obișnuit cu crustacee, așa încît este foarte simplu ca larvele de tenie să ajungă în pește unde se localizează în diferite organe. Omul, consumînd pește insuficient fiert, se poate infesta și astfel ciclul de viață al viermelui reîncepe. În intestinul omului se poate întîlni o singură tenie sau mai multe, dar în acest din urmă caz lungimea indivizilor este mai mică. Simptomele prin care se manifestă această teniază sînt: greață, vărsături, balonări, cefalee, amețeli, stări de iritabilitate, tahicardie, pierdere în greutate. Parazitul elimină în corpul gazdei o substanță hemolitică (ce determină distrugerea hematiilor) provocînd astfel anemia bolnavului. Ca măsură profilactică importantă este controlul medical al persoanelor care lucrează în industria peștelui pentru a se depista purtătorii de paraziți și pe de altă parte evitarea poluării apelor cu ouăle parazitului, măsuri de igienă sanitară.

Dintre viermii cilindrici (încrengătura *Nemathelminthes) Ascaris lumbricoides* (limbricul) este cel mai cunoscut și mai des întîlnit la om. Este un parazit intern cu localizare în intestinul subțire. Are o formă cilindrică, la ambele capete mai subțire, de culoare albă sau roz-gălbuie. Femela are pînă la 25 cm lungime iar masculul este ceva mai mic, de 17 cm lungime. Tubul digestiv este simplu mergînd în linie dreaptă de la orificiul bucal la cel anal. Hrana din intestinul gazdei este suptă de parazit cu ajutorul gurii și al faringelui care aspiră ca o pompă lichidele cu substanțe hrănitoare. Aparatul respirator lipsește, respirația, ca și la tenii, este anaerobă, deși rudele lor care duc viață liberă respiră prin tegument. În procesul de respirație anaerobă se descompune glicogenul rezultînd, pe lîngă alte produse, și acizi organici care au acțiune dăunătoare asupra gazdei.

Femela de limbric elimină zilnic aproximativ 200 000 de ouă, care au o mare rezistență la uscăciune și frig. Ouăle ajung în sol de unde, odată cu praful, apa sau diferite zarzavaturi insuficient spălate pot pătrunde în tubul digestiv al omului. Din ouă ies larvele care străbat peretele intestinal ajungînd pînă la vasele capilare apoi în vasele mari de sînge și prin artera pulmonară la plămîni. Aici stau aproximativ 8 zile, se hrănesc bine și cresc. Din plămîni trec în faringe de unde sînt înghițite ajungînd din nou în intestin. În timp ce parcurg acest drum larvele devin mature și ciclul de viață reîncepe. În mod obișnuit, în intestinul omului trăiesc 5—6 limbrici în același timp. Adesea însă se întîlnesc un număr mai mare, chiar pînă la 200 exemplare, și în acest caz pot astupa intestinul. Prezența limbricilor în organismul uman provoacă neplăceri foarte serioase. Paraziții în timpul migrației prin diferite organe produc o acțiune de iritație mecanică destul de gravă. Oamenii care poartă în organism astfel de paraziți au dureri abdominale, tulburări digestive, tulburări nervoase, insomnie. Pot să apară, de asemenea, bronhopneumonii, infiltrate pulmonare, hemoragii. Uneori astupă canalul coledoc împiedicînd evacuarea bilei, ceea ce duce la un icter mecanic și chiar la moartea gazdei. Alteori perforează intestinul, intră în cavitatea peritoneală și drept urmare bolnavul face peritonită care poate provoca moartea.

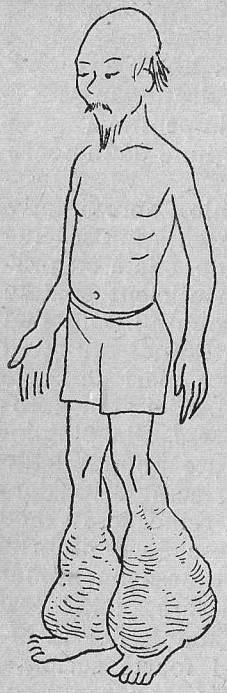

Fig. 11 Elefantiazis, boală produsă de *Wuchereria bancrofti.*

Prevenirea ascaridozei se face în special prin măsuri severe de igienă menite să ferească omul de ingerarea ouălor de limbrici. Bolnavii trebuie să se trateze cu medicamente vermifuge.

Între nematelminți, în afară de limbrici, sînt numeroși alți viermi paraziți la om și este foarte dificilă alegerea unor exemple. Să ne oprim la unul al cărui efect parazitar este foarte grav, deși are dimensiuni foarte mici în comparație cu cei tratați anterior. În zonele tropicală și subtropicală (Australia, America de Sud, Africa, Asia), se întîlnesc destul de frecvent mai multe specii ale genului *Wuchereria (= Filaria)* care provoacă boala numită elefantiazis (fig. 11). Cea mai răspîndită specie, *W. bancrofti,* este un vierme filiform, masculul de 4 cm lungime și 0,1 mm grosime iar femela are pînă la 10 cm lungime și 0,3 mm grosime. Larvele se găsesc noaptea în sîngele din vasele periferice iar ziua migrează în vasele pulmonare. Această periodicitate se presupune că ar fi o adaptare la modul de viață al gazdelor intermediare și vectoare care sînt active noaptea (țînțari din genurile *Culex, Aëdes, Anopheles).* Parazitii provoacă inflamarea și dilatarea vaselor limfatice, determinînd formarea de edeme, uneori foarte mari în diferite părți ale corpului: membrele inferioare sau superioare, aparatul genitourinar, precum și la buze, nas, sîni. Cîteodată vasele periferice se rup și din ele apar la exterior viermii cu aspect de firișoare subțiri. În sîngele omului se pot găsi milioane de astfel de viermi.

Ca măsuri preventive se recomandă combaterea insectelor vectoare. Pentru reducerea sursei de infecție este necesar să se depisteze și să se trateze persoanele bolnave.

Insectele, în cadrul celor peste 1 milion de specii existente, au numeroși reprezentanți paraziți ai omului, animalelor și plantelor. Se cunosc multe specii entomofage (de la gr. *entomon* = insectă și *phagein* = a mînca; care se hrănesc cu insecte). Cel mai mare număr de entomofagi îl cuprind ihneumonidele și braconidele (familii de insecte din ordinul Hymenoptera). Ihneumonidele sînt bogate în specii parazite pe diferite grupe de insecte și mai ales pe lepidoptere, coleoptere și himenoptere care se hrănesc cu plante. Adulții de ihneumonide depun ouăle în corpul larvelor sau în ouăle altor insecte, care le servesc drept hrană larvelor de ihneumonide. Între braconide sînt specii ectoparazite, dar mai ales endoparazite ale insectelor adulte, ale omizilor sau ouălor. Genul *Apanteles* are peste 150 specii parazite, dintre care multe sînt și la noi în țară. Larvele de *A. glomeratus* sînt parazite pe omizile fluturelui alb al verzei *(Pieris brassicae),* lepidopter foarte frecvent întîlnit în culturile de varză. Femelele de *A. glomeratus* își aleg loc de depunere a ouălor larvele tinere (mai rar stadiile mai mari) ale fluturelui alb (fig. 12). În fiecare omidă sînt depuse astfel 30 pînă la 300 de ouă și în funcție de numărul lor durata de viață a larvei parazitate este mai mare sau mai mică. Din ouăle depuse apar larvele parazitului care părăsesc gazda rămînînd în jurul ei unde își continuă dezvol-

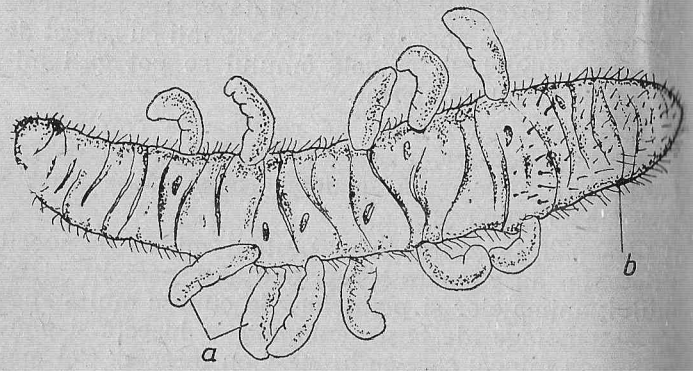

Fig. 12 *Apanteles glomeratus (a)* pe omida de *Pieris brassicae (b).*

tarea. Dacă numărul larvelor parazite este mare, gazda moare chiar înainte ca ele să iasă la exterior.

Tot un braconid frecvent întîlnit în biocenozele forestiere este *Apanteles solitarius,* parazit al insectei defoliatoare *Lymantria dispar,* dăunător al multor specii de arbori foioși, în special al fagului, ulmului, arțarului.

Toate insectele parazite pe insectele fitofage (care se hrănesc cu plante) sînt insecte folositoare, deoarece diminuează dăunătorii plantelor. Ele sînt utilizate pe scară tot mai largă în combaterea biologică a insectelor dăunătoare culturilor.

9. Combaterea paraziților

Omul n-a rămas dezarmat în fața numeroșilor paraziți care-l atacă direct sau îi provoacă daune diminuîndu-i recoltele. Extraordinara lui inventivitate,

precum și evoluția diverselor ramuri ale științei l-au ajutat să găsească mijloace adecvate de luptă împotriva celor mai periculoși paraziți. Cercetările din domeniul medicinii umane și veterinare, precum și cele din protecția plantelor au dus la cunoașterea tot mai profundă a biologiei și ecologiei paraziților și, pe această bază, la stabilirea unor metode concrete preventive și curative cu mare eficacitate. Este desigur mult mai convenabil, din toate punctele de vedere, să se recurgă la mijloace preventive menite să evite îmbolnăvirile parazitare. Mijloacele igieno-sanitare și agrofitotehnice se găsesc la îndemîna oricui și, de fapt, dacă ar fi corect aplicate multe boli provocate de paraziți ar putea fi evitate.

Industria chimică a oferit și oferă agriculturii și medicinii mii de produse, unele dintre ele cu mare eficacitate în combaterea multor paraziți. Omul însă, din dorința de a-i distruge sau a-i face nevătămători a întrebuințat adesea în exces produsele chimice, ceea ce a făcut ca, în zilele noastre, să se ducă o luptă, pe toate căile, pentru evitarea abuzului în folosirea diverselor produse chimice (medicamente și pesticide), care, utilizate nerațional, pot provoca efecte negative foarte grave.

Combaterea paraziților se face, desigur, în mod diferențiat în funcție, în primul rînd, de parazit și de organismul parazitat (plante, animale, om), la care se adaugă și alți numeroși factori ce trebuie luați în considerare în stabilirea metodelor folosite. Problema fiind foarte vastă, nu ar putea fi tratată în cadrul acestei lucrări nici chiar în linii generale. De aceea, ne vom opri doar asupra unor aspecte din complexul de măsuri aplicate în prevenirea și combaterea bolilor parazitare, și anume asupra metodelor biologice de combatere utilizate în protecția plan-

telor; aceasta pentru că, așa cum vom vedea, combaterea biologică se bazează, în bună parte, tocmai pe relațiile de parazitism, care constituie principala temă a prezentei lucrări. În afară de aceasta, combaterea biologică este mai recent introdusă în practică și are mari perspective de dezvoltare în viitor.

Care sînt factorii ce au stimulat interesul pentru studiile de combatere biologică? Este cunoscut faptul că în protecția plantelor s-au obținut rezultate spectaculoase în combaterea chimică a bolilor (provocate de virusuri, bacterii, ciuperci) și a insectelor dăunătoare, dar adesea aplicarea lor s-a făcut fără discernămînt, abuzul de pesticide provocînd unele efecte negative cu consecințe destul de grave. Astfel, datorită lipsei de selectivitate, sau avînd o selectivitate redusă, insecticidele au distrus nu numai dăunătorii culturilor, ci și insectele folositoare, prădători sau paraziți ai fitofagilor, fapt ce a determinat perturbarea echilibrului biologic. Pe suprafața plantelor tratate cu pesticide sau chiar în interiorul țesuturilor persistă adesea mult timp reziduuri toxice ale produselor utilizate, care modifică proprietățile organoleptice și olfactive ale fructelor și legumelor tratate și, ceea ce este mai grav, aceasta duce la acumularea substanțelor toxice în organismul uman, prin consumul alimentelor supuse tratamentului chimic.

Unul dintre produsele chimice utilizat excesiv a fost, de exemplu, D.D.T.-ul. Numai după cîțiva ani de la introducerea lui în practică s-a constatat că pe plantele tratate el persistă ca reziduu, de unde este apoi luat de animale și om, odată cu alimentele. Ajuns în organismul uman, D.D.T.-ul nu se elimină, ci se acumulează treptat în țesuturile grase. La animalele domestice și chiar la cele sălbatice care consumă plante tratate, D.D.T.-ul trece în lapte, ouă, creier. Din aceste organe, după sacrificarea animalelor, D.D.T.-ul poate ajunge tot în corpul omului. În prezent în numeroase țări, inclusiv R.S.R., folosirea D.D.T.-ului în agricultură a fost interzisă. Dar nu numai D.D.T.-ul este toxic, ci și multe alte substanțe chimice pot deveni toxice dacă nu sînt folosite rațional.

În afară de neajunsurile arătate mai sus, utilizarea repetată a acelorași pesticide a dus la apariția unor forme rezistente de paraziți dăunători, și deci produsele respective au devenit ineficiente în dozele obișnuite și uneori chiar în doze mărite.

Aceste cîteva efecte negative observate în urma aplicării excesive și exclusive a pesticidelor au determinat orientarea spre îmbinarea mijloacelor de combatere chimice cu cele biologice în cadrul așa-numitei metode de combatere integrată.

Combaterea biologică constă în utilizarea unui ansamblu de mijloace biologice cu scopul de a distruge sau a diminua densitatea numerică a populațiilor parazite. Lupta biologică cuprinde toate mijloacele în care se folosesc organisme vii, dușmani naturali ai dăunătorilor sau produsele lor de metabolism. Combaterea biologică se bazează pe studii complexe de morfologie, histologie, citologie, fiziologie, biochimie și ecologie a agenților patogeni și paraziților naturali ai acestora. Fără cunoașterea structurii biocenozelor, a interrelațiilor dintre componentele lor, a acțiunii factorilor trofici și climatici asupra dinamicii agenților patogeni, nu se poate recurge la o combatere biologică eficientă.

Unul dintre mijloacele principale utilizate în combaterea biologică este folosirea antagoniștilor naturali. După cum s-a văzut în capitolele anterioare, între paraziți există specii care trăiesc pe seama altor

paraziți dăunători omului, aceștia putînd fi folosiți în combaterea biologică. De pildă, insectele fitofage au ca antagoniști naturali diferiți zoofagi paraziți și prădători care se mai numesc și entomofagi. Dintre aceștia fac parte numeroase artropode (miriapode, arachnide și în special insecte între care sînt peste 50 000 de specii parazite și răpitoare). Înmulțirea entomofagilor, care urmează să fie folosiți pentru combaterea biologică, se face în condiții dirijate de temperatură și umiditate, în așa-numite camere climatice. Acești zoofagi crescuți artificial sînt lansați apoi în agrobiocenoze în momentul în care dăunătorii s-au înmulțit în așa măsură, încît pot provoca pierderi din recolta plantelor de cultură.

Pe această cale s-au obținut bune rezultate în combaterea păduchelui din San José cu viespea *Prospaltella perniciosi* care este un endoparazit al păduchelui în toate stadiile sale de dezvoltare. Păduchii atacați de viespe se umflă, au la început un aspect transparent, apoi devin cenușii-portocalii și mor în scurt timp. Dacă în perioada lansării viespilor vremea este umedă și caldă, se realizează o parazitare de 90—95%, în caz de umiditate scăzută, procentul de mortalitate este mai mic.

Unul dintre parazitii frecvent utilizat în practica agricolă este viespea *Aphelinus mali*, parazit specific al păduchelui lînos *(Eriosoma lanigerum)* care producea importante pagube în livezile de meri. Viespea introdusă în culturile de meri din toate continentele a reușit să reducă densitatea numerică a insectelor dăunătoare ale merilor pînă la limita la care nu mai sînt păgubitoare. Viespea infestează larvele de vîrstă mai mare, depunînd ouăle în corpul lor. O femelă depune circa 140 ouă, cîte unul într-un păduche. Păduchele lînos atacat de viespe se umflă, se înnegrește și moare. În condiții optime pentru viespe, aceasta determină parazitarea păduchilor în proporție de 96—98%.

Experimental s-au obținut numeroase rezultate pozitive în combaterea ciupercilor fitopatogene prin folosirea fenomenului de micoparazitism. Ciupercile hiperparazite utilizate în combaterea biologică a unor specii dăunătoare se cultivă mai întîi pe medii artificiale, din aceste culturi obținîndu-se apoi suspensii de spori sau de miceliu cu care se fac stropiri pe plantele atacate. Din culturile de hiperparaziți se mai pot prepara pulberi care se amestecă cu substanțe inerte (talc etc.) și se aplică sub formă de prăfuiri. Un alt procedeu constă în tratarea semințelor cu culturile hiperparazitului înainte de însămînțare.

Una din metodele cele mai frecvent utilizate constă în aplicarea unor biopreparate: *insecticide* obținute pe baza activității virusurilor, bacteriilor sau ciupercilor entomopatogene, *bactericide* și *fungicide* realizate pe baza produselor de metabolism (antibiotice, fitoalexine etc.) ale unor organisme. S-au identificat numeroase virusuri (peste 250 specii) care produc viroze la aproximativ 175 specii de insecte. Virusurile entomopatogene pot fi utilizate în lupta biologică împotriva insectelor dăunătoare. De asemenea, s-au experimentat biopreparate bacteriene utilizîndu-se în acest scop bacterii entomopatogene. În infecțiile insectelor cu bacterii boala se datorează unor endotoxine și exotoxine. De exemplu, *Bacillus thuringiensis* elaborează o endotoxină care determină încetinirea peristaltismului intestinal și chiar dezagregarea intestinului larvelor infectate. Acțiunea toxinelor este adesea asociată cu cea mecanică, deoarece la locul infectat se dezvoltă colonii de microorganisme care prin presiunea pe care o e-

xercită asupra unor țesuturi și organe determină deformări, modificări ale structurii țesuturilor și chiar ruperea lor. În toată lumea se fabrică preparate bacteriene care poartă diferite denumiri. În țara noastră s-a obținut biopreparatul denumit „turingin" din specia *Bacillus thuringiensis* cu care se combat larvele de lepidoptere parazite pe legume, pomi fructiferi și arbori de pădure.

Multe specii de ciuperci sînt parazite pe insecte și pot fi folosite în combaterea biologică. Desigur, nu toate speciile cresc pe medii de cultură și acestea nu pot fi utilizate în combatere, dar există un număr considerabil de specii care au fost multiplicate în condiții de laborator sau pe cale industrială realizîndu-se biopreparate aplicate în protecția plantelor. Mecinicov, om de știință rus, a fost primul care a avut ideea de a combate pe cale biologică larvele cărăbușului cerealelor *(Anisoplia austriaca)* folosind în acest scop ciuperca entomopatogenă *Metarrhizium anisopliae.* Biopreparate pe baza acestei ciuperci s-au realizat ulterior în multe țări. Specii de ciuperci din genul *Beauveria* parazitează multe insecte dăunătoare (gîndacul din Colorado, rățișoara porumbului etc.). Preparate pe baza acestui parazit se fabrică în mai multe țări, printre care și R. S. România. Biopreparatul din culturi de *B. bassiana,* cu aspect de pulbere albă-cenușie, conține sporii ciupercii înglobați în masa resturilor mediului nutritiv. Se utilizează în combaterea gîndacului din Colorado și a altor insecte, fiind necesar 1—2 kg la ha.

Dintre fungicidele și bactericidele biologice utilizate în practică sînt în special antibioticele, substanțe extrase din culturile de microorganisme. Antibioza este tipul de antagonism în care o specie elaborează și elimină în mediu antibiotice cu acțiune defavorabilă asupra altor organisme, fără a veni în contact direct cu organismul asupra căruia se exercită antagonismul. Antibioticele sînt substanțe organice, avînd proprietatea de a opri selectiv dezvoltarea unor microorganisme sau de a le distruge. Ele împiedică biosinteza proteinelor structurale și enzimatice a unor componente ale membranei organismului asupra cărora își exercită antagonismul. Sînt utilizate în combaterea micozelor, bacteriozelor și virozelor la plante, animale și om. Antibioticele sînt produse de bacterii, ciuperci și în mai mică măsură de alge.

În natură, unele antibiotice (penicilina, streptomicina, aureomicina) sintetizate în microorganisme sînt eliminate în mediu imediat. Altele însă rămîn la locul de sinteză ajungînd în mediu numai după moartea organismelor respective. La anumite specii elaborarea antibioticelor se petrece atît în prezența, cît și în absența speciei asupra căreia are loc acțiunea antagonistă. Alte specii însă au capacitatea de a produce antibiotice doar în prezența unor specii de microorganisme. În acest din urmă caz, sinteza și eliminarea în mediu a antibioticelor au loc numai atunci cînd populațiile celor doi antagoniști ajung la un anumit raport numeric. Antibioticul determină o scădere numerică a populației antagoniste pînă la o anumită valoare, la care producerea antibioticului încetează, apoi populația respectivă își reface densitatea ajungînd la o anumită valoare cînd induce formarea antibioticului cu acțiune antagonistă. Fenomenul se repetă mereu, realizîndu-se astfel un sistem autoreglabil între cele două populații care asigură echilibrul biologic în cadrul biocenozei respective. Anti-

bioticele au acțiune antagonistă numai interspecifică și niciodată intraspecifică.

Studierea diferitelor fenomene de antagonism care au loc în natură, precum și cercetările de laborator au permis elaborarea unor metode de combatere a paraziților cu ajutorul antibioticelor. Experiențe privind combaterea unor boli la plante cu antibiotice se efectuează de circa trei decenii. Se utilizează filtratele culturilor de microorganisme antagoniste, culturile ca atare sau mai frecvent se folosesc antibioticele purificate.

Antibicticele se aplică sub formă de soluții sau de pulberi. Cu soluții se stropesc părțile aeriene ale plantelor, solul din jurul plantelor sau se tratează semințele, prin cufundare în soluția de antibiotic.

Cea mai largă utilizare în fitoterapie o au antibioticele: streptomicina, actidiona, micostatina, tricotecina, penicilina, griseofulvina etc. Majoritatea antibioticelor posedă o însușire foarte importantă, și anume aceea de a acționa sistemic, adică circulă odată cu seva în toată planta, determinînd astfel o protecție a plantei în întregime, nu numai la locul de aplicare.

În protecția plantelor combaterea biologică a diferiților agenți fitopatogeni cîștigă tot mai mult teren și aceasta din mai multe motive:

— are acțiune selectivă;

— nu produce daune omului și viețuitoarelor folositoare;

— reduce densitatea numerică a paraziților și dăunătorilor vegetali;

— mijloacele biologice utilizate în fitoterapie nu

determină apariția în natură a unor forme rezistente de paraziți.

Deși combaterea biologică reprezintă un ideal în protecția plantelor, ea nu poate, totuși, înlocui complet, în toate cazurile, celelalte metode, de aceea, singura cale științifică este de introducere, pe scară cît mai largă, a combaterii integrate, în care să se îmbine metoda chimică cu cea biologică.

CUPRINS

I. SIMBIOZA ȘI PARAZITISMUL — FENOMENE BIOLOGICE LARG RĂSPÎNDITE ÎN NATURĂ 5

II. SIMBIOZA 13
— Concepții actuale privind rolul simbiozei în evoluția viețuitoarelor eucariote 13
— Simbioza dintre microorganisme și insecte . . 16
— Microflora normală a omului și animalelor superioare 17
— Lichenii — simbioză obligatorie dintre alge și ciuperci 19
— Micorizele 24
— Simbioza dintre leguminoase și bacterii . . 30
— Asociații simbiotice între microorganisme și plante neleguminoase 32

III. PARAZITISMUL, MIJLOC DE SUPRAVIEȚUIRE AL UNOR SPECII 34
1. Relații parazit—gazdă 34
— Adaptări la viața parazitară 34
— Acțiunile paraziților asupra organismelor parazitate 40
— Categorii de parazitism 43
— Specificitatea gazdelor 46

— Mijloace și mecanisme de apărare ale gazdelor împotriva paraziților 47
2. Originea și evoluția parazitismului 61
3. Virusurile, paraziți absoluți intracelulari . . 64
4. Micoplasme (Mycoplasma) parazite 70
5. Bacteriile — paraziți pe diferite grupuri de viețuitoare 74
6. Parazitismul la ciuperci 77
— Ciuperci parazite pe plante 81
— Însușirile ciupercilor fitopatogene . . . 86
— Factorii care pot modifica însușirile parazitare 89
— Fazele procesului patologic la plante . . 91
— Ciuperci parazite la om și animale . . . 96
7. Plante superioare parazite și semiparazite . . 100
8. Paraziți din regnul animal 103
9. Combaterea paraziților 116

Redactor: LAURA MĂRGINEANU
Tehnoredactor: CONSTANTIN IORDACHE

Coli de tipar: 4. Tirajul: 21.000 ex. Bun de tipar: 10. 07. 1979.

Întreprinderea Poligrafică Cluj, Str. Brassai 5—7
Republica Socialistă România
Comanda nr. 134

Lucrarea este o sinteză a cunoștințelor actuale privind simbioza și parazitismul, fenomene biologice foarte răspîndite în natură, cu legături de conținut între ele, care reprezintă domenii fertile pentru numeroase cercetări fundamentale și aplicative, datorită multiplelor implicații teoretice și practice pe care le au. Se expun puncte de vedere actuale (teoria simbiozei seriale etc.) privind originea, mecanismul și evoluția simbiozei, se dau exemple de simbioză din cadrul diferitelor grupe de viețuitoare, se prezintă cei mai comuni și mai dăunători paraziți la plante, animale și om, problemele de adaptare la viața parazitară, de origine și evoluție a fenomenului, relațiile parazit-gazdă, factorii ecologici care influențează aceste interrelații, rezistența și imunitatea viețuitoarelor la îmbolnăvire, combaterea paraziților.

Editura științifică și enciclopedică Lei 2,60